“十五”国家出版规划重点图书

中国科学院高技术研究与发展
“九五”重大项目

《中国古代工程技术史大系》
主编/路甬祥

王兆春/著

SHANXI EDUCATION PRESS
山西教育出版社

中国古代军事工程技术史
（宋元明清）

中国古代
军事（宋元明清）
工程技术史

图书在版编目(CIP)数据

中国古代军事工程技术史(宋元明清)/王兆春著. —太原:山西教育出版社,2007.5
(《中国古代工程技术史大系》路甬祥主编)
ISBN 978-7-5440-2797-7

Ⅰ.中… Ⅱ.王… Ⅲ.①军事技术—技术史—中国—辽宋金元时代 ②军事技术—技术史—中国—明清时代 Ⅳ.E291 E9-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 064660 号

山西出版集团·山西教育出版社出版发行
(太原市水西门街馒头巷 7 号)
山西出版集团·山西新华印业有限公司新华印刷分公司印刷
新华书店经销
2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月山西第 1 次印刷
开本:787×1092 毫米 1/16 印张:39
字数:840 千字 印数:1—5000 册
定价:139.00 元

序言

"工程技术"活动是人类最为基本的社会实践之一。现代工程技术主要表现为以科学发现来引导技术创新，并应用于生产；又围绕生产过程对技术实行集成，并以理论的形态，形成诸多独立的学科，起到联结科学与生产的桥梁作用。工程技术是在人类利用和改造自然的实践过程中逐渐产生，并发展起来的，在古代，人们只有有限，且不太系统的科学知识；科学与生产的联系也不像今天这样直接和紧密。古代工程技术，主要表现为累积了世代经验的生产手段和方法，这些手段和方法，有的经过了一定的总结和概括，有的就蕴含于生产过程之中。当然，由于目的及所采用的手段和方法的不同，古代工程技术也形成了许多门类。就中国古代工程技术而言，最为主要的有以下内容：采矿技术、冶铸技术、机械技术、建筑技术、水利技术、纺织和印染技术、造纸和印刷技术、陶瓷技术、军事技术、日用化工技术等。这些门类，也就是《中国古代工程技术史大系》所要包括的内容。

在科学技术突飞猛进的现代，来研究中国古代工程技术史，我觉得不能不思考三个问题，一是中国古代工程技术发展的特点或规律，二是中国古代工程技术实践的历史意义，三是中国古代工程技术实践的现实价值。我是学现代工程技术的，近些年因工作关系，与科学史界有较多接触，这次《中国古代工程技术史大系》编委会要我担任主编，也促使我有意识地对这些问题进行了思考，借此机会，谨将一些初步的认识梳理罗列于下，以与海内外科学史界的朋友交流、讨论。

（1）中国古代工程技术发展的主要特点

根植于中华农业文明，发展进程具有连续性、渐进性和相对独立性。

国家因素起着重大作用，具有强大组织功能的中央集权制国家机器推动产生了一系列规模宏大的工程技术实践。

独特的环境、独特的资源和独特的历史，孕育了诸多独特的发明创造。

辽阔与各具特点的地域，既孕育了丰富多样的技术成果，也导致了技术发展的地区差异

（2）中国古代工程技术实践的历史意义

与中国古代农业技术相结合，共同构成了中华农业文明体系的技术基础。

以富有特色的大量发明创造，形成了世界古代工程技术的独特体系。

以一系列独具匠心的发明，对人类文明进步和近代世界发展作出了贡献。

凝聚了中国古人对于自然以及人与自然关系的丰富而独到的认识。

（3）中国古代工程技术实践的现实价值

当前我们正面临一个全球化的时代，现代化和全球化不能以失落传统为代价，未来世界应当是一个高度发达，同时又保有多样文化传统的多彩世界，中国古代工程技术实践的成果结晶既是中华民族文化传统的有机组成部分，也是人类科学技术传统的重要组成部分。

基于“敬天悯人”的意识，中国先贤一直以“顺天而动”、“因时制宜”、“乘势利导”、“节约民力”为工程技术活动的重要原则，由于多种因素的交互作用，既有成功，也有失败，这部“悲欣交集”的历史长卷，对于今天的工程技术实践乃至整个人类的活动，仍有丰富的启迪意义。历史的经验和教训从来都是一笔宝贵的财富，后来者要善于以史为鉴、服务当今、创造未来。

以上诸点，只是粗线条的概括性认识。我相信，本书各卷的撰著者，必然都从各自的领域和角度对这些问题进行了深入的思考，并以大量的资料进行论证，从而得出自己独立的见解，为读者展现出丰富而生动的学术成果。

中国科技史研究以往存在重数理而轻技术的现象，我希望这次通过编纂《中国古代工程技术史大系》，能够集中全国各方面专家学者的力量，对中国古代工程技术实践进行系统的整理和研究，力求科学地理解中国古代工程技术发展的历史，并对以往有关中国古代工程技术史的研究进行一次总结。

2003年9月8日

前言

《中国古代军事工程技术史》（宋元明清）共分三编：第一编，宋元时期的军事工程技术；第二编，明代的军事工程技术；第三编，清代前期的军事工程技术。每编又分若干章节项目，分别阐述北宋至清代前期军事技术各方面的发展概况，展示其创造性成果，介绍中外军事工程技术的交流，分析军事工程技术在社会发展中所起的历史作用，探讨军事工程技术发展的某些规律。

在这900多年中，军事工程技术各方面于唐代以前已获成就的基础上，又取得了程度不同的进步。钢铁兵器虽然在形制构造上没有超出唐以前的种类，而且在战争中的地位和作用也相对下降并开始退居次要地位，但是其原材料的质量品级、制造技术和工艺、成品的性能，则有较大的提高和改善。火药的发明和发展，促进了火器的不断创制和更新，开创了人类战争史上火器与冷兵器并用的新时代。火器的不断更新，不但成为带动军事工程技术其他方面迅速发展的龙头，而且也推动了世界范围内军事变革的发生和发展，并成为引发世界军事工程技术近代化到来的动力。战车则从既往以运载工具为主，演变成以安装厢板、装备火器为主的攻防兼备的火箭车与炮车，为近代各种炮车与装甲车的创制启发了思路。战船的建造与使用技术，自宋至明都处于世界的巅峰，郑和下西洋的大型宝船，比其后的达·伽马和麦哲伦渡洋所乘的舰船要宏伟得多。开封、南京、北京等都城及明万里长城，都是世界军事筑城史上的伟绩。

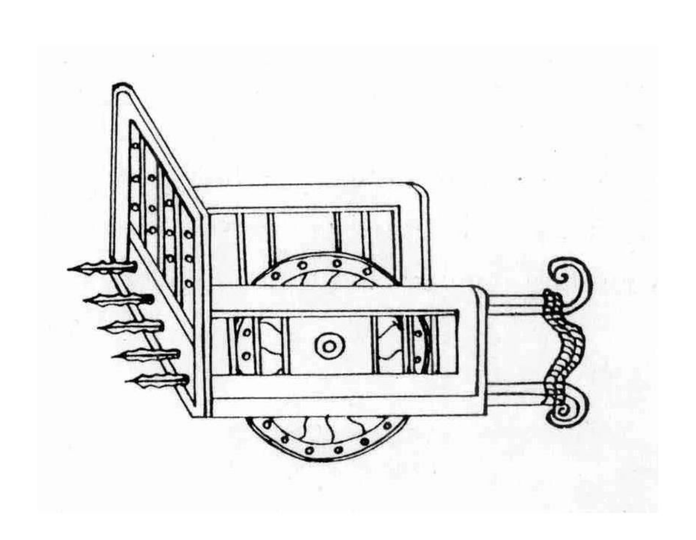
创造上述种种成果和伟绩的则是为数众多的军事工程技术家和叱咤风云的名将，他们不但建树了难以枚举的物质丰碑，而且留下了卷帙浩繁、内涵丰富的军事工程技术论著，勾画了中国军事工程技术在900多年中辉煌的历史轨迹。毋庸讳言，在总体上堪称辉煌的历史轨迹中，也有不少曲折和暗点，乃至出现了最后阶段从辉煌中滑坡的局面。这种辉煌的经验与滑坡的教训，则是我们应当认真总结的课题。

目录

CONTENTS

第一编　宋　元

宋辽夏金元时期（960—1368 年），我国南方的汉族赵宋政权与北方的辽、西夏、金、蒙（元）各少数民族政权之间，以及各少数民族政权之间，战争频繁、兵戈不息。在此期间，农耕民族科技文化与各游牧民族科技文化之间，发生了剧烈的碰撞。以汴梁（今开封）、临安（今杭州）为中心的科技文化，因具有深厚的历史基础而得到长足的发展，四大发明中的火药与指南针被用于军事。各游牧民族的科技文化在农耕民族科技文化辐射的影响下，也有相应的进步，创造出各具特色的军事工程技术。各民族的军事工程技术，在广阔的战场上争强斗胜，呈现出多元化的发展局面，融汇成中华民族在这一时期共同创造的异彩纷呈的军事工程技术群。促成这种创造性成果的基础，则是冶金业与发达的军事手工业。







第一章
冶金业与军事手工业

宋元时期的冶金业和军事手工业，以北南两宋统治地区的规模最大，设备最完善，技术最先进。辽（907—1125 年）、西夏（1038—1227 年）、金（1115—1234 年）、元（含蒙古时期 1206—1270 年，1271—1368 年）等少数民族政权所辖地区的冶金业，在其影响下也迅速兴起和发展起来。冶金业的发展则是军事手工业发展的基础和前提。

第一节 冶金业

为了得到制造精良兵器所需要的铜、铁等原材料，宋元时期各方都大力发展冶金业。

一、两宋的冶金业

北宋建立伊始，便沿袭五代制度，由“三司使”下辖的“铁案”掌金属冶炼之事①。稍后，便由工部下设之虞部掌坑冶业②，并由提举坑冶司“掌收山泽之所产及铸泉货，以给邦国之用”③。据不完全统计，宋初在各地设立有关矿冶的监、冶、场、务等机构就有 201 个，其中铁冶机构就有 61 个，到治平年间（1064—1067 年），各州坑冶总数已达 271 个，产量十分可观。北宋皇祐年间（1049—1054 年），国库每年铁课数额就有 7 241 000 斤，是唐宪宗元和初年（806 年）铁课数额 2 070 000 斤的 3.5 倍。元丰元年（1078 年），全国铁场分布于 36 个州，年总收入量 550 多万斤。主要铁冶有邢州（今河北邢台）綦村冶、磁州（今河北磁县）武安县固镇冶务、徐州利国监、兖州和威胜军（今山西沁县）。邢、磁两州的收入量约占全国总收入量的 74%[87]。钢铁产量的增加，为兵器制造提供了充裕的原材料。

二、辽夏金元的冶金业

在两宋地区冶金业的影响下，北方各游牧民族也先后学会了冶铁技术，冶炼制造兵器与农具需要的铁材，并设置了相应的管理机构。

1. 辽朝的冶金业

契丹人在同汉族的交往中，至耶律阿保机的父辈时，已开始“置铁冶，教民

① 《宋史》卷一六二《职官二・三司使》，中华书局，1977 年版，校点本《宋史》十二，第 3809 页。以下引《辽史》时均同此版本。

② 《宋史》卷一六三《职官三・工部・虞部郎中》，《宋史》十二，第 3863 页。

③ 《宋史》卷一七六《职官七・提举坑冶司》，《宋史》十二，第 3970 页。

鼓铸"①。不久，耶律阿保机在"征幽蓟，师还次麓"时，"得银、铁矿，命置冶"②。神册六年（921 年），耶律阿保机颁定南北两院官制，北院职掌本部军政事务，下设铁坊管理冶铁之事③。《金史·太祖本纪》称，"辽以镔铁为号，取其坚也。"《辽史·食货志》说，其部族"曷术者多铁；曷术，国语铁也。部置三冶：曰柳湿河，曰三黠古斯，曰手山（今辽阳首山）"。可见辽朝早期的冶铁业已有一定的发展。北宋景德元年（1004 年），宋辽"澶渊之盟"后，直到北宋宣和五年（1123 年）金宋联合灭辽止，辽朝的冶铁业有了较大的发展，仅上京道饶州的长乐（今内蒙古巴林右旗西南），就有冶户 1 000 家，他们都是耶律阿保机从渤海国迁至该地的住户。近几十年来，在辽宁的康平县后刘东屯村[1]、北票县北四家子村[2]，内蒙古通辽县第二机械林场部西南等地的一些辽代墓葬中[3]，陆续发掘出不少铁制兵器，从中可以判知当年辽朝冶铁业发展的概况。

2. 西夏的冶金业

西夏主元昊于北宋宝元元年（1038 年）建国后，仿北宋制度，在文思院下辖的铁工院进行炼铁。据《范文正公（范仲淹）集·年谱补遗》中说，夏州东境有冶铁务，为炼铁造兵之处。沈括也说，元昊嗣位后即大力冶炼钢铁④。西夏军所用高质量的"夏人剑"与"瘊子甲"，是西夏地区炼铁与兵器制造具有较高水平的实证。

3. 金朝的冶金业

金朝建立前，女真人已在 11 世纪初开始炼铁。据《三朝北盟会编》记载，金四世献祖完颜绥可，曾"教人烧炭炼铁，刳木为器，制造舟车"⑤。11 世纪中叶，女真人又出现了专以锻铁为业的阿跋斯水温都部人⑥，以及在加古部乌不屯出现了专门制造铁甲等铁器的工匠。金朝建立后，便设立少府监职掌钢铁冶炼业，近几十年来，在黑龙江阿城市小岭地区[4]和双城村[5]、金上京古城遗址[4]、黑龙江绥滨县中兴古城及其附近的金代墓群遗址[6]、奥里米古城及其周围的金代墓群遗址[7]，发现了 50 多处冶铁遗址、遗物，以及斧、刀、矛、镞、铠甲片和铲、镰、锁、钥匙等铁制兵器、生产工具与生活用具，既有铸铁体，也有锻铁体。这些都是金代冶铁业非常发达的反映。经考证，它们大多是金初的制品，其工艺水平与同期宋朝的铁制品相比，其质量也都比较好，在制品的形制构造上也十分相似，充分显示了当时金朝铁器加工制造技术，以及铁工作坊内部分工的发展程度[5]。

4. 元朝的冶金业

---

① 《辽史》卷二《本纪第二·太祖下·赞》，中华书局，1987 年版，校点本《辽史》一，第 24 页。以下引《辽史》时均同此版本。

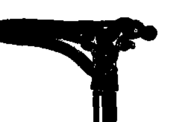
② 《辽史》卷六十《食货志下》，《辽史》三，第 930 页。

③ 《辽史》卷四六《百官志二·北面坊场局冶牧厩等官·铁坊》，《辽史》三，第 730 页。

④ 北宋·沈括撰，刘伯严与樊凌云译：《梦溪笔谈》卷二五《杂志二》，北京团结出版社，1996 年版，第 287 页。以下引此书时均同此版本。

⑤ 南宋·徐梦莘撰：《三朝北盟会编》卷十八引《神麓记》，上海古籍出版社，1987 年版，影印本《三朝北盟会编》上册，第 127 页。以下引此书时均同此版本。

⑥ 《金史》卷六七《乌春传》，中华书局，1975 年版，校点本《金史》五，第 1578 页。以下引此书时均同此版本。



蒙古高原各部族在10—12世纪中，先后受辽与金的统治，学习了汉人、契丹人与女真人的生产技术，开始建立冶铁等手工业，制造车辆、刀、剑与甲胄等器件。南宋开禧二年（1206年），蒙古乞颜部首领铁木真，在斡难河（今鄂嫩河）被拥立为蒙古大汗，尊称为成吉思汗。成吉思汗崛起漠北后，在灭夏、亡金与攻宋时，把西夏人、女真人与汉人工匠，带到漠北或蒙古人占领地集中起来，实行且屯且作的制度，进行屯田耕作和冶铁制器，满足蒙古人生活与战争的需要。据《元史》记载，成吉思汗在攻灭西夏时，曾把诸色人匠集中起来，徙居和林（今内蒙古哈尔和林），其中有一个名叫小丑的唐兀氏人，以制弓为业，被任命为"怯怜口行营弓匠百户"①；怯烈亦氏人哈散纳，曾随成吉思汗征西域，得胜后，被任命为统领西域的"回回人匠三千户，驻于荨麻林，寻授平阳、太原两路达鲁花赤，兼管诸色人匠"②。平阳地区是冶铁业比较发达的地区，其冶铁业正是哈散纳管理的业务。

蒙古统治者进入中原后，先后采纳木黎华、耶律楚材等人提出的沿袭汉法、"以汉治汉"的主张，从而使汉族地区先进的冶铁业尽为蒙古人所用。南宋端平三年（蒙古窝阔台八年，1236年），蒙古人在西京州县拨760个冶户炼铁。次年，又在山西交城拨1 000个冶户炼铁③。

南宋景定元年（1260年），忽必烈即蒙古汗位后，由工部下辖的镔铁局，以及提举右八作司中的都局院，职掌镔铁等金属加工制造业④。蒙古至元五年（1268年）设铜冶总管府，职掌冶铜业，为以后制造铜火铳提供了原材料。至元十三年，又设平阳路提举司，职掌平阳地区的钢铁冶炼业，使哈散纳所掌之平阳地区的冶铁业，得到进一步的发展。又据《大元一统志》记载："辽阳行省铁冶，兴中州有铁冶，在州西北九十里蓼子峪。利州有铁冶，在州东南二百八十里牛口峪。惠州有铁冶二所，一在州西北二百三十里寺子峪，名滦阳冶；一在州东北六十里松棚峪，名宝津冶，皆办官课。"此后，职掌冶铁业的机构虽有调整，但冶铁业始终呈上升趋势。元世祖中统四年（1263年），铁课收入已达5 844 000斤⑤。到至元十三年，又增加到16 000 000斤⑥。元灭南宋以后，便取宋之冶铁业而代之，元初生铁年收入量已达500～1 000万斤之间[87]。

三、冶炼设备的改进和煤的利用

当时钢铁冶炼业的发展，主要在于冶炼炉的改进，木风箱的采用和煤的利用。

1. 冶炼炉的改进

这种改进主要包括炉址选择、炉型设计、筑炉科学性的提高，以及优质耐火材料的选用等。从文献记载和冶铁遗址的发掘可知，当时的冶铁炉，一般建于通

---

① 《元史》卷一三四《朵罗台传》，中华书局，1976年版，校点本《元史》十一，第3265页。以下引此书时均同此版本。

② 《元史》卷一二三《哈散纳传》，《元史》十，第3016页。

③ 《元史》卷九四《食货志·食货二·岁课》，《元史》八，第2380～2381页。

④ 《元史》卷八五《百官志·百官一·工部·镔铁局》，《元史》七，第2145页。

⑤ 《元史》卷五《本纪第五·世祖二》，《元史》一，第92页。

⑥ 清·窦光鼐、朱筠等撰：《日下旧闻考》卷一五〇《物产》，北京古籍出版社，1983年版，第2403页。



风条件良好的山梁和坡地，因地取穴，利用地形筑炉，常用的冶炼炉大多为口小膛大的圆梯台形，直径从炉口向下逐渐增大，有利于从炉口下料，减少炉墙的磨损，也有利于上升气流的分布，热量耗散较小，能保持炉内具有持续的高温，使炉内矿石的还原和熔化速度加快，缩短了冶炼周期，提高了冶炼炉建造的科学性，提高了产量。据杨宽先生在《中国古代冶铁技术发展史》第七章考证，现存当时冶铁遗址的遗存物表明，冶炼炉的炉壁，有的是用瓶沙、炭屑、小麦穗拌和的耐火泥，有的是用高岭土、谷壳拌和的耐火泥，有的是用粗沙粒制成的耐火砖，有的是用白沙石、红沙石等作耐火材料。这些材料能耐高温，可以炼出优质铁。

2. 木风扇的采用

木风扇的采用，是宋代冶铁炉鼓风装置的一大改进，也是炼铁技术提高的重要标志之一。这种木风扇在《武经总要》的“行炉图”、敦煌安西榆林窟中的西夏壁画“打铁图”上，可以看出它们的基本构造。“行炉图”上绘有一个行军作战用的熔铁炉，炉后安有一个梯形木箱，箱的下部安有两根拉杆，由一名工匠操作。后箱板上两根拉杆的上端，各有一个长方形小孔，其上装有只能向箱内开闭的活门。当工匠前后推拉两杆时，其上的两个活门便随之摆动开闭，向炉内扇风吹氧，升高炉温，熔化了的铁液便从炉脐的“溜子”流出。行炉在成书于唐乾元二年（759 年）的《神机制敌太白阴经》中已有记载①，但未见图形。北宋庆历四年（1044 年）出版的《武经总要》，绘制了它的图形（图 1－1－1。本书所引各图，如在行文中已指出该图所在书籍，则在图题下不再标示其出处）②。这说明我国在公元 759—1044 年之间，已经比较普遍地使用木扇鼓风了。类似的木风扇一直使用到 20 世纪 30 年代。

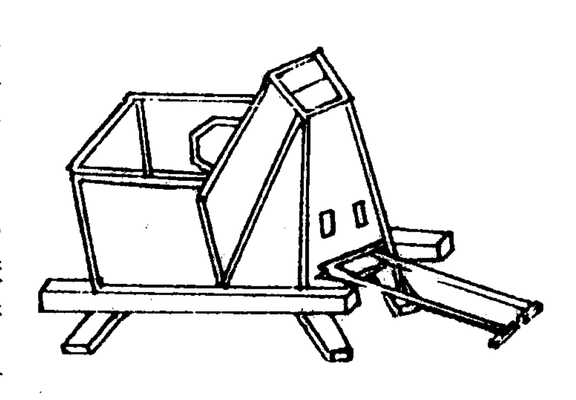


图 1－1－1　行炉图

西夏的“打铁图”上绘有一个工匠操作木风扇的作业图，其左右各安一块长方形木盖板，每块板上安一根推拉杆，当工匠用一只手推进一根拉杆时，另一只手也拉动另一根拉杆，使两块盖

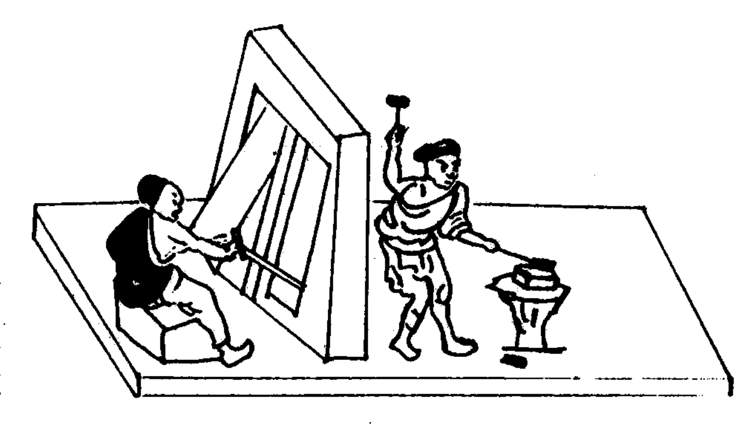


图 1－1－2　西夏打铁图
（据《西夏史稿》图六改绘）

① 唐·李筌撰：《神机制敌太白阴经》卷四《战具·守城具》，解放军出版社、辽沈书社，1988 年影印本，《中国兵书集成》2，第 521 页。

② 北宋·曾公亮、丁度撰：《武经总要》前集卷十二《守城·行炉》，中华书局，1959 年版，明正德刊本《武经总要》前集五卷十二，第 54 页。以下引此书时均同此版本。



板往复摆动（图1－1－2）。如此快速推拉，两块盖板也随之快速摆动，向炉内扇风吹氧，将铁块加热，以便锻打。西夏政权存在于公元1038—1127年间，说明该地区在此期间已用木风扇进行打铁作业了。

宋代使用的木风扇，与以往的鼓风装置“皮囊”相比，具有三个特点：其一是皮囊因受皮革大小的限制，鼓风量不大，而木风扇却可视需要而造得比较大，因此鼓风量较大，铁产量较多；其二是皮囊承受的风压小，过大时就会被胀破，而木风扇比较坚固，能承受较大的风压，因此向炉内的鼓风量也大；其三是木风扇操作方便，既能用人力操作，也能用水力和畜力推动。这些特点，为大型冶铁炉的建造和铁产量的增加创造了条件。

3．煤的利用

宋代铁产量的大幅度增加，是同煤的扩大利用分不开的。煤在宋代称作石炭，据宋人朱翌在《猗觉寮杂记》卷上记载：“石炭自本朝河北、山东、陕西方出，遂及京师。元丰元年（1078年），徐州始发。”① 众多的考古发掘材料表明，位于河南鹤壁市的中新煤矿，至迟在北宋中叶，已经进入相当规模的开采，在矿工人大约有数百人之多[9]。用煤作炼铁的燃料，不但可以解决燃料的不足，而且有提高炉温，缩短冶程，提高出铁量，降低冶炼成本等优越性。当时许多大型炼铁的场、监、务已较多地采用煤炭作燃料。其中徐州的利国监、兖州的莱芜监、邢州（今河北邢台）的綦村冶务和磁州（今河北磁县）的固镇冶务等北宋时期的四大炼铁基地，除兖州一处没有采煤（但它靠近河北的煤田）的记载外，其余三处都在产煤区，有充裕的煤作燃料。元丰元年，苏轼在徐州做地方官时，曾派人到徐州西南的白土镇找到了煤，解决了徐州各铁冶所需的燃料。遂作诗《石炭（并引）》以记其事：

> 彭城（今江苏徐州）旧无石炭，元丰元年十二月，始遣人访获于州之西南白土镇之北，以冶铁作兵（器），犀利胜常云……岂料山中有遗宝，磊落如莹万车炭……根苗一发浩无际，万人鼓舞千人看，投泥泼水愈光明，烁玉流金见精悍，南山栗林渐可息，北山顽矿何劳锻（煅），为君铸作百炼刀，要斩长鲸为万段②。

从此以后，徐州再也不用珍贵的南山栗木烧炭，而可用煤作燃料了。苏轼和朱翌所说徐州开始采煤的年代是完全一致的。

当时各地炼铁的燃料各有不同，据宋代大诗人陆游在《老学庵笔记》卷一中说：

> 北方多石炭，南方多木炭，而蜀又有竹炭，烧巨竹为之，易燃、无烟、耐久，亦奇物。邛州（今属四川）出铁，烹炼利（受益）于竹炭，皆用牛车载以入城，予亲见之③。

---

① 宋·朱翌：《猗觉寮杂记》，第12页，江苏广陵古籍刻印社，1983年版，《笔记小说大观》第6册，第40～41页。

② 《苏东坡全集》卷十《诗·石炭（并引）》，上海古籍出版社，1992年版，《四部精要》19，第616页。以下引此书时均同此版本。

③ 宋·陆游撰：《老学庵笔记》卷一，商务印书馆，《丛书集成本》初编，总第2766册，第9页。



由于煤的含硫量高，影响生铁的质量，使用受到限制，所以南方各地和四川仍大多采用易燃、无烟、耐久的木炭和竹炭作燃料。

四、灌钢法的发展

把生铁和熟铁按一定比例组配，锻成精钢的灌钢法，南朝的陶弘景（约452—536年）对此已有所论述。北齐的綦母怀文（约550年前后）也曾采用此法制成“宿铁刀”①。到北宋时期，灌钢法便在全国得到推广。本草学家苏颂在《图经本草》中说：“以生柔相杂和，用以作刀剑锋刃者为钢铁。”可见灌钢是制作兵器的精良原料。科学家沈括对灌钢法又作了进一步的记述：

> 世间锻铁所谓钢铁者，用柔铁屈盘之，乃以生铁陷其间，泥封炼之，锻令相入，谓之团钢，亦谓之灌钢②。

此处柔铁是指炒炼生铁后所得的熟铁，冶炼时将这种熟铁屈曲盘绕在炉中，而后将一定比例的生铁片，嵌在盘绕的熟铁中间，再用泥把炼炉密封起来，使生铁熔化。在熔化过程中，含碳量较高的生铁中的碳，向熟铁中均匀扩散，使熟铁中的含碳量逐渐增加至适当比例，成为较精纯的钢铁。由于它是以生铁液灌注于熟铁块中冶炼而成的，故称“灌钢”。又由于它是以生铁与熟铁团合炼成的，故又称“团钢”。北宋时期的磁州锻坊对此法又作了改进，所以沈括说：“至磁州锻坊，观炼铁，方识真钢”，其钢“取精铁锻之百余火”成纯钢，“其色清明，磨莹之，则黯黯然青且黑，与常铁迥异”③。文献记载表明，用改进了的灌钢法冶炼钢铁，已是当时流行的一种主要炼钢法了。

五、兵器制造技术的提高

宋元时期钢铁兵器制造技术的提高，主要表现之一是冷锻法和夹钢法在兵器制造上的采用。

用冷锻法制造的兵器有“瘊④子甲”和“蟠钢剑”。沈括在《梦溪笔谈·器用》中，比较详细地记载了“瘊子甲”的锻造方法。这种铁甲为西夏青堂羌族所创，甲片“铁色青黑，莹彻可鉴毛发”。其法是用铁片进行冷锻，待其厚度锻至原铁片的2/3时，便可使用。其末端留有一个筷子头大小之点不锻，以与未锻时铁片之厚度作比较，因其形似瘊子，故有其名。此法的优越性，在于冷锻的甲片避免了因热锻时氧化造成表面粗糙的缺点，使甲片具有较强的硬度，又具有表面光滑的优点。据说这种铁甲，能抵御敌人从五十步外射来的强弩之箭，是西夏人对兵器制造技术的一种创造性贡献⑤。“蟠钢剑”也是一种经过反复锻打后，减少钢铁中杂质而制成的利剑。这种剑组织细密，加工均匀，剑体坚挺而锋利，“挥剑一削，十钉皆截”⑥。同时，这种剑又具有良好的弹性，用力屈之如钩，纵之铿然有

---

① 宿铁刀：宿，是一种比喻。指生铁、熟铁如雌雄动物交配一般，生铁在加热时泄出精液，注入熟铁中。如此反复多次后便炼成钢铁。

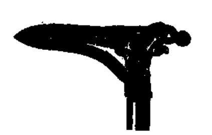
② 《梦溪笔谈》卷三《辩证一》，第27页。

③ 《梦溪笔谈》卷三《辩证一》，第27页。

④ 瘊（hóu）：是指皮肤上长出的小疙瘩。

⑤ 《梦溪笔谈》卷十九《器用》，第220页。

⑥ 《梦溪笔谈》卷十九《器用》，第217页。



声，复直如弦，是一种坚韧锋利的优质剑。

用夹钢法制造兵器时，是在刀剑枪矛等兵器的锋刃部位，锻焊上硬度较高的高碳钢，使之锋利耐久。同时又用韧性较好的低碳钢（本体钢）作保护，使之在使用时不易崩折和卷刃。江苏省镇江市博物馆，收藏有一把制于南宋咸淳六年（1270年）的夹钢刀，一件元大都遗址出土的残存矛头，经专家们分析，都是用这种方法制成的[10]，它们都具有刚柔相济的特点。

宋元时期钢铁冶炼业的进步和兵器制造技术的提高，为军事手工业部门提供了充裕的精良钢铁原料，促进了军事手工业的发展。

第二节　军事手工业及其管理制度

为了适应战争的需要，宋元时期，各方都建立了规模较大的军事手工业系统，同时还制定了各项管理制度，保证了军事手工业的发展。

一、两宋的军事手工业及其管理制度

两宋的军事手工业建立较早，规模较大，管理制度比较完备。

1. 北宋的军事手工业及其管理制度

北宋建立之初，即由三司使中的盐铁使典领“胄案”，掌“给造军器之名物及军器作坊、弓弩院诸务、诸季料藉”①，至开宝九年（976年），已建立了从东京汴梁（今河南开封）到地方各州的兵器制造系统。这个系统在开封设有南、北作坊和弓弩造箭院，在各州设有制造兵器的作院。南、北作坊掌造兵器，由京朝官、诸司使、诸司副使、内侍卫监官，下设木作、杖鼓作等51作。弓弩院掌造弓弩、甲胄、剑、镫，由诸司使、诸司副使及内侍二人兼领。这些作院的规模很大，工匠甚多，如开封的弓弩院有兵匠1 042人，弓弩造箭院有工匠1 071人②。这些工匠有相当一部分来自厢军和原来工艺水平相当高的士卒，被称为军匠、兵匠或作院军，终身为兵器制造服务，如果兵匠的数量不足，便招收民匠加以补充。厢军充任匠役的范围很广，除制造兵器的作院军外，还有修筑城池的壮城军，建造战船的船坊军，修筑路桥的桥道军，担任运输的装发军，治理黄河的河清军等。他们的待遇由技术水平的高低决定，与社会上雇佣工匠的工值不相上下。

兵器制造作院内工匠的任务和分工很细，生产有定额，在通常情况下，每7人9日造弓8张，8人6日造刀5副，3人2日造箭150支。同时还要根据作院的总人数规定总的生产定额：南北作坊每年要造各种铠甲、兜鍪、马具装、剑、枪、刀、床子弩等3.2万件；弓弩院每年要造各种弓、弩、箭、弦、镞等1 650万件；各州的作院每年要造各种弓、弩、枪、剑、铁甲、兜鍪、箭、镞等620万件；此外，南北作坊和诸州作院，还要制造其他各种军用器具，以备军用。北宋初的最高统治者，十分重视兵器制造的质量，赵匡胤为此规定开封各作院，每10天要将所制兵

① 《宋史》卷一六二《职官二·三司使》，《宋史》十二，第3808页。

② 清·徐松辑：《宋会要辑稿》卷六九，《职官十六之二十四·弓弩院》，中华书局，1975年版，影印本《宋会要辑稿》三，第2733页。以下引此书时均同此版本。



器样品呈其阅看，而后分别送交五库收存，以备调用①。太平兴国二年（977 年）九月，宋太宗还亲自去弓箭院（弓弩院）察看兵器制造的情况②。

北宋熙宁六年（1073 年），王安石变法，仿唐制设立军器监，职掌中央和地方的兵器制造。军器监编判 1 人、同判 1 人。其下属有丞、有主簿、有管当公事。军器监为保证兵器制造的顺利进行与所制兵器的质量，还制定了一整套严格的制度。归纳起来大致有以下几条：其一，在开封的兵器制造作院，要按军器监所定兵器的样式，交给工匠制造；其二，工匠按受领制造兵器的数量领取原材料；其三，各兵器制造作院，每 10 天要派官员对所制兵器的数量进行统计，并以此检查、考核，实行赏罚；其四，检查考核的内容有领用胶漆筋革材物的数量与成品的数量是否相当，作业是否勤劳，技能的优劣程度等；其五，兵器制成后，要抽样呈送便殿等机构检查，将合格制品送交库存；其六，经过试验后，选择精良的制品作样本，颁发各州都作院进行制造；其七，各地都作院所制兵器的质量若达不到要求，所在官员不得验收；其八，对泄漏兵器制造式样者，以违制论处③。

军器监在开封还设有制造兵器、旗帜、戎帐等军需品的作坊，分发和保管铁、锡、羽箭、油漆等原材料的作坊和物料库，分发和保管皮革、筋、角等原材料的皮角场等机构④。

北宋天圣元年（1023 年），朝廷又在开封设立了专门制造攻守城器械的广备攻城作，由广备指挥主持其事，其下分二十一作：

> 大木作、锯匠作、小木作、皮作、大炉作、小炉作、麻作、石作、砖作、泥作、井作、赤白作、桶作、瓦作、竹作、猛火油（石油）作、钉铰作、火药作、金火作、青窑作、窑子作⑤。

各作都有严格的操作规程，严禁制作技术外传。火药作的设立，表明北宋的火药配制在公元 1023 年已从个体手工业分散操作的阶段，发展为大型作坊的流水线作业进行批量生产的阶段，使火药兵器的生产出现了一次飞跃。北宋庆历四年（1044 年，一说七年）出版的《武经总要》所刊载的三个火药配方，当为广备攻城作所制成品的文献记载。

北宋后期，朝廷在开封又设立了御前军器所，掌鸠工聚材、制造戎器之政令，所内有万全工匠 3 700 人。与此同时，东西作坊的工匠也发展到 5 000 人⑥。

2. 南宋的军事手工业及其管理制度

宋室南渡后，军器监及其下属的 51 个作坊随迁至临安（今杭州），并于南宋建炎三年（1129 年）隶属工部下辖之虞部，同时将东西作坊和都作院并入御前军

---

① 元·马端临辑：《文献通考》卷一六一《兵考十三·军器》，浙江古籍出版社，1988 年版，影印本《文献通考》二，第 1403 页。以下引此书时均同此版本。

② 《宋史》卷四《本纪第四·太宗一》，《宋史》一，第 56 页。

③ 《宋史》卷一六五《职官五·军器监》，《宋史》十二，第 3920 页。

④ 《宋史》卷一六五《职官五·军器监》，《宋史》十二，第 3920 页。

⑤ 《宋会要辑稿》第七五册《职官三十之七》，《宋会要辑稿》三，第 2995 页。此记载表明，“火药”一词，最早是在 1023 年随着火药作的设立而出现的。

⑥ 《宋会要辑稿》第六九册《职官十六之十二》，《宋会要辑稿》三，第 2727 页。



器所。不久，御前军器所也隶属工部，分掌工部兵器制造之事①；其下辖有规模巨大的兵器制造作坊，编固定工匠2 000余人，杂役兵500余人，全所最多达5 000余人，大多来自两浙和福建，每年制造各种兵器300多万件。

此外，宋廷还设置卫尉寺，职掌仪卫兵械甲胄之政令，负责内外作坊所制兵器的验收之事，检查验核其制造之数量和质量，合格者送武库收藏，不合格者给予处罚。其下设有内弓箭库、南外库、军器弓枪库、军器弩箭库等武器库，分类收藏兵杖、器械、甲胄②。由此可见，南宋的军事手工业管理制度，较之北宋又前进了一步。

3. 奖励发明创造政策的推行

为了推动军事技术的发展，宋廷推行奖励军事技术发明创造的政策。如在兵部主管兵器的兵部令史冯继升，在北宋开宝三年（970年）进火器法后，赵匡胤即御赐衣物束帛；在朝廷直属侍卫步军司服役的神卫水军队长唐福，于北宋咸平三年（1000年）八月献自制火器，造船务工匠项绾献海蝤船式样后，都获得了朝廷赏赐的缗钱（一千文为一缗）；咸平五年九月，冀州团练使石普自荐所试制的火毬（即球）与火药箭后，受到真宗皇帝的接见。在朝廷奖励政策的鼓舞下，出现了“吏民献器械法式者甚众”③ 的局面，军事手工业得到了前所未有的发展。

二、辽夏金元的军事手工业及其管理制度

在此前后，辽夏金元的军事手工业得到了不同程度的发展，管理制度也有不同程度的体现。

1. 辽朝的军事手工业及其管理制度

辽朝的军事手工业，在耶律阿保机建国后有很大的发展，他在北院下设军器坊，职掌兵器制造④；在南院设少府监、将作监，兼管兵器制造⑤。契丹大同元年（947年）建辽后，即以上京临潢府（今内蒙古昭乌达盟巴林左旗东镇二里许）、中京（今内蒙古昭乌达盟宁城县）、东京（今辽宁辽阳）、南京（今北京）、西京（今山西大同）等辽五京，为兵器制造中心，制造战马装具和骑兵兵器。自20世纪50年代以来，考古和文物部门曾在当年辽朝的辖区内，发掘出十多处辽朝墓葬遗址，其中有内蒙古赤峰市大营子辽墓[11]、辽宁康平县后刘东屯二号辽墓[1]、辽宁北票县北四家子水泉一号辽墓[2]、内蒙古通辽县二林场辽墓[3]，出土了不少钢铁兵器，其中有铁甲片、铁矛、球形铁骨朵、铁剑、铁马镫、铁镞、鸣镝、铁马衔、蒜头骨朵、铁镩等。这些兵器和战马装具的出土，部分地反映了辽朝军事手工业部门所制兵器的概况。

2. 西夏的军事手工业及其管理制度

元昊在建立西夏国后，即全面仿汉族习俗，学习汉族科学技术，任用汉人治理国家，推行“尚武重法”的方针，效仿宋制，编练军队，在文思院下设立工技

---

① 《宋史》卷一六三《职官三·工部》，《宋史》十二，第3862页。
② 《宋史》卷一六四《卫尉寺》，《宋史》十二，第3892页。
③ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十一，第4909~4914页。
④ 《辽史》卷四六《百官志二·北面部族官·八坊》，《辽史》三，第730页。
⑤ 《辽史》卷四七《百官志三·南面·将作监》，《辽史》三，第789页。

院、铁工院等手工业机构，集中一批具有较高工艺水平的工匠，为其制造兵器。

西夏崇宗乾顺时期（1087—1139年），又对军事进行改革，注意吸取宋朝、辽朝之长，借以克服自身的短处。其弟晋王察哥（？—1156年）认为：

> 自古师行步骑并利于国家，用“铁鹞子”可以驰骋平原，用“步跋子”可以逐险山谷。然一是陌刀法，铁骑难施，若值神臂弓，步奚自溃，盖可以常守，不可以御变也。夫兵在审机，法在善变。羌部弓弱矢短，技射不精。今宜选蕃汉壮勇，教以强弩，兼以步牌，平时则带弓而锄，临戎则分番而进。以我国之短，易中国之长。如此，则无敌于天下矣![12]

乾顺采纳了他的建议，进一步发展兵器制造，制成了弓、弩、刀、剑、铠甲、毡盾、战马装具、抛石机等多种精良的兵器。

3．金朝的军事手工业及其管理制度

女真人在金朝建立以前，就已经把铁器制造技术运用于制弓矢，备器械。到完颜阿骨打建立金朝时的一百多年中，军事手工业得到了迅速的发展。北宋宣和五年（金天辅七年，1123年），金军“取燕京路，二月，尽徙六州氏族富强工技之民于内地”①。当年四月，阿骨打又命“习古乃、婆卢火监护常胜军及燕京豪族工匠，由松亭关徙之内地”②。这些工匠迁至上京会宁府（今黑龙江阿城南）后，既向女真人传授兵器制造技术，又为金朝直接制造武器装备。北宋宣和七年，金灭辽以后，便怀着入主中原的目的，乘胜进攻北宋。

战争推动了金朝军事技术和军事手工业的发展，北宋靖康元年（1126年），金军进攻宋都开封时，使用了各种冷兵器和攻城器械，并从战场上学会了宋军的火器制造与使用技术，占领了开封，掳徽钦二帝北去，灭亡了北宋。为了进一步扩大兵器制造，以与宋军逐鹿江南，金廷于承安二年（1197年）设立军器监，职掌兵器制造之事。泰和四年（1204年）撤销军器监，并将甲坊署与利器署合并为军器署，直隶兵部。至宁元年（1213年），复置军器监，下辖军器库与利器署，“掌修邦国戎器之事”。这些机构的调整和设置，对兵器制造的管理更为得力和严格，并规定要在所制军器上：

> 皆（刻）有元（原）监造官姓名年月，遇有损害，有误使用，即将元监造官吏依法施行（刑），断不轻恕，（故所造）器具一一如法③。

12世纪末至13世纪初，金军不但以宋军的火毬为模式创制了铁壳火毬“铁火砲”，并把它发展成威力更大的铁火砲“震天雷”，而且还创制了单兵使用的飞火枪，为军事技术的发展，作出了重要的贡献。

自20世纪60年代以来，考古和文物部门曾在南起松花江，北至黑龙江，西自大兴安岭东麓的金东北路界壕边堡，东到三江平原地域（也就是当年金朝辖区），内的一些遗址和墓葬中，陆陆续续地发现了金朝制造的一批铁兵器。如在肇东县八里城一地，就发现了包括矛、镞、锏、马镫、甲片在内的兵器、车马具在内的

---

① 《金史》卷四六《食货志·户口》，《金史》四，第1033页。

② 《金史》卷二《太祖纪》，《金史》一，第41页。

③ 南宋·华岳撰：《翠微北征录》卷八《弓箭制》，解放军出版社、辽沈书社，1992年版，《中国兵书集成》6，第688页。以下引此书时均同此版本。



700 多件铁器[13]。这些实物的出土，反映了金朝军工部门所制铁兵器的概况，以及女真族勇悍而善骑射的民族特点和尚武精神。

4. 元朝的军事手工业及其管理制度

成吉思汗崛起漠北以兵称雄后，便重视兵器制造，设置工匠都总管，主持铠甲制造等事。并下令蒙古军在攻城略地时，不准伤害工匠，必须严格执行其“唯工匠得免”的政策①，把俘获的各族工匠，迁往漠北的哈尔和林，以及哈剌和林东北的毕里纥都与忽兰赤斤、土秃剌河、兀里羊欢屯区的镇海城、谦谦州（今叶尼塞河上游南岸）等冶铁中心，实行军事化管理，强制他们为蒙古军制造兵器。太宗时期继续这种政策，如太宗四年（1232 年），蒙古军攻下开封时，速不台遵照指示，保存了城内的工匠和 147 万居民②。太宗七年七月，又让宣德、西京、平阳、太原、陕西五路工匠充军。后又令山东十路工匠充军。

忽必烈即蒙古国汗位后，便开始建立军事手工业机构，据《元史·世祖二》记载，蒙古中统四年（1263 年）二月，即下令各路建立军器局，制造兵器，后又在中央设立武备寺，秩正三品，“掌缮治戎器，兼典受给”③。其下设卿 4 人，正三品；同判 6 人，从三品；少卿 4 人，从四品；丞 4 人，从五品；经历与知事各 1 人，照磨兼提控案牍 1 人，承发架阁库管勾 1 人，办验筋角翎毛等官员 2 人，令史 13 人④。至元五年（1268 年），改武备寺为军器监，秩四品，至元十九年升正三品。至元二十年，元廷设立卫尉院，改军器监为武备监，秩正四品，隶卫尉院。至元二十一年，又改武备监为武备寺，与卫尉院并立。大德十一年（1307 年），又升为武备院。由此可见，朝廷管理全国军事手工业机构的品级越来越高，所制兵器的数量与品种也随之增多。武备院之下又设立若干部门，进行专业性的管理。其部门有：寿武库（由衣甲库于至元十九年改设）；利器库，通掌随路军器，由军器库于至元十年改设（军器库原设于至元五年）；广胜库，掌平阳太原等处岁造兵器，以给北边征戍军需；大都甲匠提举司、大都箭局、大都弓匠提举司（其下编有双搭弓局、成吉里弓局、通州弓局）、大都弦局（至元三年改为提举司，司下编局）、大都杂造局等。

朝廷在各路（宋元时期地方的最高行政区划）、府、州、县，也视原材料供应情况和战争的需求，设立各种专业的司局等军器制造机构，配置相应级别的官员进行管理。

上述朝廷与地方设立的司、局等机构，职掌全国及各地军器和铠甲制造之事。自中统四年到至元十六年南宋灭亡时，已经形成一个从大都到地方各路、府、州、县的军器制造与管理系统。直到至正二十八年（1368 年）元亡为止，始终担负着元军所需军器的制造任务。

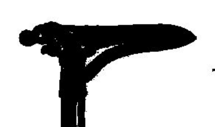
蒙古人在崛起漠北后不久，其军事手工业即能得到迅速的发展，究其原因是与其实行搜掳、保护和奖励工匠的政策分不开的。为了发展兵器制造，蒙古的最

① 《元史》卷一六三《张雄飞传》，《元史》十三，第 3819 页

② 《元史》卷一四六《耶律楚材传》，《元史》十一，第 3459 页。

③ 《元史》卷九十《百官六·武备寺》，《元史》八，第 2284 页。

④ 《元史》卷九十《百官六·武备寺》，《元史》八，第 2284 页。



初几任统治者，对善于制造兵器的能工巧匠，采取授官行赏的方式，诱使他们为军器制造献计献策，竭智尽能。如成吉思汗于元太祖九年（1214 年）发现蒙古人唵木海善造抛石机，当即任命他为炮手总管①，后来，唵木海对蒙古军抛石机的发展作出了重要的贡献。汉族浑源人孙威，有巧思，善制甲，以所制蹄筋翎根铠献给太宗，太宗使用箭试射，不能穿透此甲，即给孙威佩金符，授顺天、怀州、河南、平阳诸路工匠都总管；元至大二年（1309 年），元武宗海山还追赠孙威为武备院使②。孙威的儿子孙拱，巧思不亚其父，元廷让其袭父职；孙拱于元至元十一年（1274 年）创制叠盾，其制“张则为盾，敛则合而易持，世祖以为古所未有，赐以币帛”；十五年，元廷又升任其为大都路军器人匠总管，后又升为工部侍郎③。

除对国内各族工匠推行奖励政策外，还把在中亚、阿拉伯等地区俘虏、征发和收降的信仰伊斯兰教的各族工匠，大批迁到中国。当时称这些人为“回回人”，让他们为蒙古军制造各种军器。元至元十六年三月，宋王朝刚灭亡不久，元世祖即下令将“两淮造回回砲新附军匠六百，及蒙古、回回、汉人，新附人能造砲者，俱至京师”④，从事军器制造。

由于军器制造与管理系统的完备，以及奖励政策的推行，元（蒙）军在 13 世纪初至 14 纪中叶的 160 多年对内对外的战争中，不但使用了各种冷兵器，而且还使用了火毬、火药箭、竹火枪、铜火铳，把火器的发展推进到了创制火铳的阶段。

1987 年 7 月，在元上都开平府（今内蒙古多伦境内遗址东北的牧民家中所发现的一件铜碗口铳充分说明了这一点。）该铳铳身有铸痕，全长 34.7 厘米，口径 9.3 厘米，壁厚 0.5 厘米，重 6 210 克，由碗口部、铳膛、药室、尾銎四部分组成，与国家博物馆所藏“至顺三年铳”（1332 年）的形状相似，外表铸有蒙古八思巴文“大德二年”（1298 年）等字，是迄今所见铸造纪年最早的碗口铳，也是中国元朝创制火铳的最有力的实物见证（图 1－2）。



上　八思巴文“大德二年”铭文
下　大德二年铜碗口铳铳身
图 1－1－3　元“大德二年”铜碗口铳（内蒙古蒙元博物馆提供；《文物》，2004 年第 8 期载有文、图）

① 《元史》卷一二二《唵木海传》，《元史》十，第 3010 页。
② 《元史》卷二〇三《工艺·孙威、孙拱传》，《元史》十五，第 4542 页。
③ 《元史》卷二〇三《工艺·孙威、孙拱传》，《元史》十五，第 4543 页。
④ 《元史》卷十，《本纪第十·世祖七》，《元史》一，第 210 页。



第二章
钢铁兵器

火器虽已在北宋前期用于战争，但因其尚处于初创阶段，使用并不普遍，在战争中发挥的作用还不明显，钢铁兵器在作战中的主导地位也没有变化，所以制造优质的钢铁兵器，仍然是宋元时期军事手工业的重点。

第一节　射远兵器——弓与箭

挽弓射箭，不但是宋元时期每个官兵必备的武艺，而且也是宋太祖赵匡胤、抗金名将岳飞和韩世忠、辽太祖耶律阿保机、辽将阿古只、金太祖完颜阿骨打、元太祖成吉思汗、太师国王木华黎等著名将帅，超越一般官兵的本领。所以南宋殿前司官属华岳说："军器三十有六，而弓为称首；武艺一十有八，而弓为第一。"①

一、宋军使用的弓与箭

宋军使用的弓与箭，都由弓弩院、弓弩造箭院以及各州的都作院制造，成品已经制式化。载于《武经总要·器图》中的弓有黄桦、白桦、黑漆、麻背等四种，虽然文字说明较简，但是有图绘可供参阅（图1-2-1）。《翠微北征录·弓制》中记载的马蝗面弓、泥鳅面弓、步射弓、马射弓，虽无图绘可供参阅，但有较详细的文字说明，阅后可知其制作和使用之法。《宋会要辑稿·兵二十六》之二十九与三十三，虽然记载了截弰弓、白桦皮长弰弓、黄桦阔闪弓、水角弓、竹弓、金线乌弰弓、插弰弓等，但是没有文字说明和图绘，故其形制构造也难以确知。

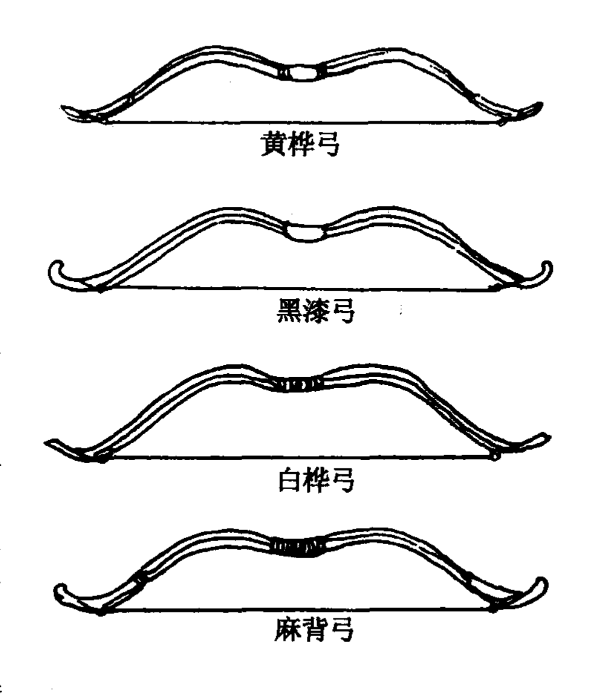


图1-2-1　宋军的弓

宋军使用的箭，有《武经总要·器图》中用于战斗的点钢箭、铁骨丽锥箭、乌龙铁脊箭与火药箭，用于教练的木朴头箭，用于传递信号的鸣鹘箭与鸣铃飞号箭（图1-2-2）；有北宋熙宁七年（1074年）军器监制造的狼牙箭、鸭嘴箭、出尖四楞箭、插刃凿子箭等四种箭；有《翠微北征录·弓箭制》中的石头莲箭、凿子头箭、乔麦棱箭、寸金凿子箭、破甲锥箭等五种箭，其中以寸金凿子箭与破甲锥箭的穿刺力最强。此外，还有各种盛装弓箭用的弓袋、弓靫（chāi，又读chā）、

① 《翠微北征录》卷七《器用小节十有三·弓箭制》，《中国兵书集成》6，第681页。



箭靫（又作鞴靫 bùchā，又作箭箙）、弓箭葫芦等附属器材。

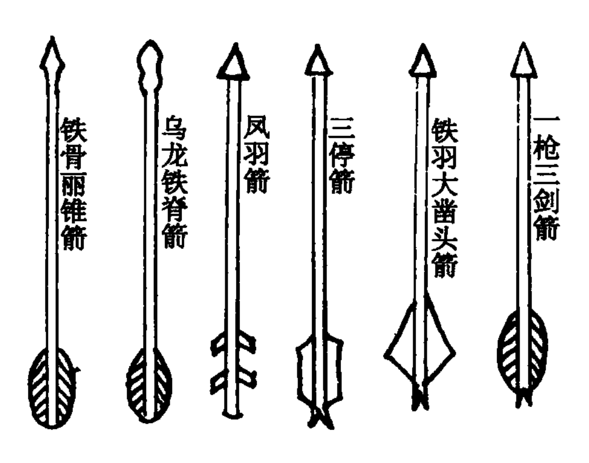


图 1－2－2　宋军使用的部分箭

宋军对官兵所用之弓的弓力强度都有明确的规定，通常以石（1 石 = 120 宋斤，1 宋斤 = 1.266 市斤）、斗（10 斗 = 1 石）等容量单位所含米的重量计算①。按北宋康定元年（1040 年）至二年规定，当时步骑兵所用弓的强度各分为三等：步兵三等各为十斗、九斗、八斗；骑兵三等各为九斗、八斗、七斗②。北宋元丰元年（1078 年）十月，又将步骑兵射箭技艺各分为三等：步射，6 发 3 中为一等，2 中为二等，1 中为三等；骑射，5 发骤马直射 3 矢、背射 2 矢，射中箭数及等级与步射相同③。对于射箭技艺优异而超过规定弓力者，朝廷还给予奖励。南宋淳熙十五年（1188 年）八月规定，凡弓箭手弓力从八斗或九斗升至一石而能射中 30 箭者，各赏钱五贯④。宋军士兵一般只能挽七八斗力的弓，故受赏者甚少。

北宋军队除禁军、厢军使用弓箭较多，组织弓箭手队外，陕西、河东、河北三路的乡兵和番兵，也都组建了弓箭手队，大量使用弓箭。北宋治平四年（1067 年），陕西路的乡兵弓箭手多达 46 300 人⑤。北宋熙宁年间（1068—1077 年），朝廷专置提举番落弓箭手司，管理番兵之事。熙宁五年，鄜延路招募汉番弓箭手 4 900人⑥。这些弓箭手在加强宋夏边界的守备，同西夏人作战中，发挥了重要作用。

二、辽夏金元各军使用的弓与箭

善于弓马骑射的契丹人、西夏人、女真人、蒙古人，都制造了许多精良的弓与箭，虽缺少系统的文献记载，但从散见的记载和实战中使用的情况，也可略知其概貌。

1. 辽军使用的弓与箭

据《宋会要辑稿》记载，辽军所用的弓箭大多“以皮为弦，箭削桦为杆”⑦。按辽军的编制，一个骑兵指挥统领的骑兵，下辖十个分队，各以装备的“弓箭、枪、剑间杂”⑧ 编成。弓箭手是其中的一个队。辽朝在向宋朝派遣使臣时，经常进献弓马铠甲。北宋太平兴国三年（978 年）十月，辽使向宋廷进献之物中，就有精

① 本书各代度量衡均以《中国历代量制演变测算简表》换算，以下照此计算。
② 《宋史》卷一九五《兵九（训练之制）》，《宋史》十四，第 4853 页。
③ 《宋史》卷一九五《兵九（训练之制）》，《宋史》十四，第 4875 页。
④ 《宋会要辑稿》第一八一册《兵十九之三十七》，《宋会要辑稿》八，第 7099 页。
⑤ 《宋史》卷一九〇《兵四·乡兵一》，《宋史》十四，第 4173 页。
⑥ 《宋史》卷一九〇《兵四·乡兵一》，《宋史》十四，第 4174 页。
⑦ 《宋会要辑稿》第一九六册《蕃夷二之十一》，《宋会要辑稿》八，第 7697 页。
⑧ 《宋会要辑稿》第一九六册《蕃夷一之十三》，《宋会要辑稿》八，第 7679 页。



制的“金带弓箭、金鞍辔、铁鞍辔”① 等。

辽军使用的箭有多种样式。1982 年 8 月，辽宁康平县后刘东屯二号辽墓，曾出土 47 支铁镞，可分为矛式镞、平头镞、铲形镞、燕尾镞 4 种，长约 10 厘米；燕尾镞叉锋宽 4.5 厘米，并有鸣镝伴随出土（图 1－2－3），从中可见辽箭之一斑[1]。

2．西夏军使用的弓与箭

西夏人尚武善战，以弓马骑射见长，弓箭是官兵的基本装备，几乎每人持弓一张，每弓配箭 300～500 支不等。兴州（今宁夏银川）是制弓的中心，其弓以竹牛之角制作②，以柳为干，以皮为弦③，十分精良。西夏境内，制造良弓的能工巧匠甚多。据《元史》记载，西夏有一个名叫常八斤的人，“以善造弓”而闻达于成吉思汗④；西夏唐兀人（即党项人，亦称唐兀惕人，唐古特人）朵罗台的祖父名小丑，善造弓，成吉思汗平定西夏时，将其迁至哈尔和林，为蒙古军造弓⑤。由引可见，西夏的能工巧匠，不但为西夏军制造精良的弓和箭，而且也为蒙古人的弓箭制造作出了重要的贡献。

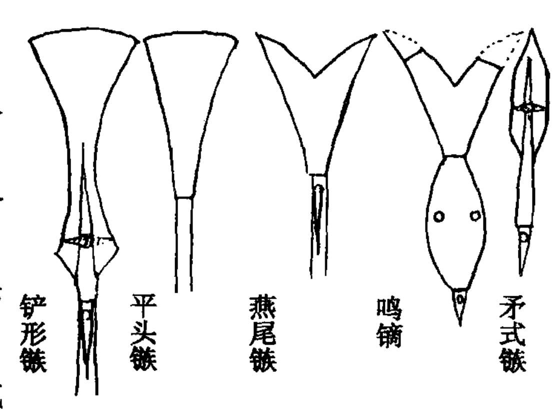


图 1－2－3　辽军的箭

3．金军使用的弓与箭

早在金朝建立前，聚居于黑龙江地区的女真族，就已经“修弓矢，备器械”。金朝建立后，由军器监下辖的利器署“掌修弓弩刀槊之属”⑥，可见弓和箭是金军作战训练的基本装备。其弓有射贴弓、射鹿弓等名称。弓力的强度也用石和斗作计量单位。按金泰和年间（1201—1204 年）规定，武选时，挽弓射箭是重要的考核内容，以所挽弓力的大小、射箭的距离和命中靶标的箭数，分为上中下三等。其箭以竹为干，安大凿头铁镞⑦。近年来，金军所用的铁镞多有出土。1974 年 9 月，黑龙江省绥滨县原永生大队的金墓遗址，出土了 22 支铁镞，一种为镞尾分叉式，与辽军所用的铁镞相似；另一种为扁凿式，与《金史》所记相同[14]。1980 年，黑龙江省阿城市双城村的金墓群遗址，也出土了 48 支

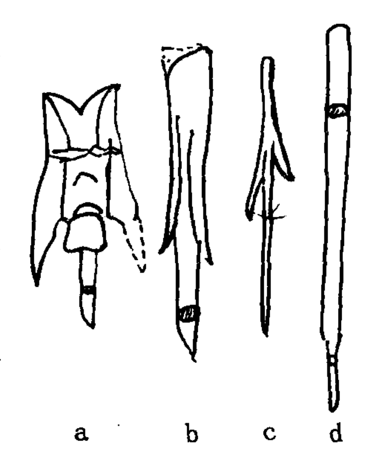


图 1－2－4　金军的箭（采自《北方文物》1990 年第 2 期）

① 《宋会要辑稿》第一九六册《蕃夷一之四》，《宋会要辑稿》八，第 7674 页。
② 康与之：《昨梦录》中称：西夏产竹牛，属犀牛类，其“角甚长”，制“良弓极佳”。
③ 曾巩：《隆平集》卷二十中称：西夏兵长于骑射，弓弩用柳干、皮弦。
④ 《元史》卷一四六《耶律楚材传》，《元史》十一，第 3456 页。
⑤ 《元史》卷一三四《朵罗台传》，《元史》十一，第 3264～3265 页。
⑥ 《金史》卷五六《百官二·军器监》，《金史》四，第 1276 页。
⑦ 《金史》卷五一《选举一·武举》，《金史》四，第 1151 页。



铁镞，分为三种样式：其一是双分叉式（图1-2-4-a）13支，长5.6~8厘米，刃宽2.5厘米，前后都分叉，如燕尾状，从茎部看，每面都有两道明显的沟槽，茎后做结，有圆铤；其二是凿头分叉式（图1-2-4-b）3支，长9厘米，刃宽1.5厘米，尾部分叉，从茎中部开始，每面都有两道沟槽；其三是凿头式（图1-2-4-c）32支，长8~14.5厘米，刃宽0.6~1.2厘米，均为圆铤[5]。与《金史》所载相同。

除上述金军所用的弓箭外，还有金将斯赍塔（一作穆延萨克达）所使用的“手箭”。其箭“长不盈握，每用百数，散置铠中，遇敌抽箭，以鞭挥之，或以指钳取飞掷，数矢齐发，无不中，敌以为神”①。可惜，这种箭的形制构造未得其详，或者就是一种飞镖。

4. 元军使用的弓与箭

蒙古人在建元以前，所用的弓和箭，大抵是在漠北和林等4个手工业基地制造的，或者是在占领西夏、金、宋的领地后，就地集中各民族的工匠为其制造的，忽必烈建元以后，便由大都的弓匠提举司、大都弓局，以及弓局、箭局、弦局统一制造。见于史书记载的有马克打大弓（图1-2-5-a）、卡蛮大弓（图1-2-5-b）和柱子弓，发射响箭、鲵骨箭和铋针箭。据称，蒙古人使用的弓，弓力较强，张弓时需费75.3千克的拉力，射距约为182.9~274.3米。所发射的箭通常有两种：一种箭比较轻，箭头小而尖利，利于射远；另一种比较重，箭头大而宽，适用于近战[15]。若把蒙古弓箭加以复原和测算，其木制复合弓体长约1.315米，两弰跨距1.19米。柳制箭杆长71.5厘米，径0.6厘米；铁镞呈扁平桃叶形，长11.7厘米，尾端黏附翎羽三片，成120度角等分，翎长15.5~17.5厘米，翎羽比较坚挺，可能是鹰鹞羽或雕羽。

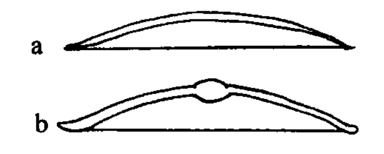


图1-2-5 元军的弓

宋元时期各方军队所使用的弓和箭，虽然以宋军的最为制式化和标准化，文献记载也比较完备，因而也最能为后世所了解，但是从散见的使用记载与出土实物中，也可以看出辽、西夏、金和元（蒙）各少数民族军队所用弓和箭的概况。他们中富有巧思的工匠，也能在吸收历代和宋军弓箭制造技术的基础上，巧妙运用本地区的土特产做原料，制成各有千秋的强弓利箭。

三、弓与箭的制造技术与工艺

提高弓与箭的制造技术水平，改善弓与箭的制造工艺，是提高弓与箭在作战中杀伤力的关键，也是当时的统兵将领、兵器研制者和科学家们极为关注的问题。他们在调查研究的基础上作了深入的探讨，其主要论点反映在华岳的《翠微北征录》、沈括的《梦溪笔谈》、李焘的《续资治通鉴长编》、徐松的《宋会要辑稿》等著作与史籍中。他们论述的内容甚多，主要有材料选择，制造技术与工艺，烘焙方法，以及性能鉴定等。这些内容，不仅吸收了《考工记·弓人》的精粹，而且又增加了时代发展的新鲜内容，使之得到进一步的提高。

① 清·毕沅编著：《续资治通鉴》卷一五七，宋宁宗开禧二年十二月，上海古籍出版社，1989年版，影印本《续资治通鉴》，第873页。



1．材料选择

华岳针对宋军所用弓箭经常出现断裂等问题，要求弓箭制造者必须注意角、筋、胶、漆、镞、翎、杆、筈等材料的选择。

角是决定箭身飞行速度快慢的材料。大牛角能解剖裁截成阔面的角材，配在弓身上，受力均匀，受弦端正，不变形，不走样，不曲折，不伸缩，射出的箭便能穿坚破甲。如果使用小牛角，解剖裁截成窄面的角材，配在弓身上，受力不均匀，容易曲折、变形、走样，射出的箭镞就软弱无力。为此就要设法贮备大牛角，保证制弓的需要。同时要防止监造官贪图便宜，采用小牛角充数，制成劣质的弓①。

筋是保证箭镞扎得深的关键材料，应当选用经过整治的牛筋为佳②。

角和筋虽是制弓的关键材料，但必须选用优质的胶与漆，才能将它们牢固地黏结在弓身上。胶有用鱼类的鳞、皮、骨鳔为原料制成的鱼胶，用木质坚硬的白桦与黄桦木提炼的烤胶，用桃树干分泌出来的不溶于水的透明桃胶，用木质坚重的麻栎木之壳汁与树皮提炼的烤胶。漆宜选用漆树表皮于当年或产出不久的漆质，经滤去杂质的生漆为好③。这种漆涂刷于弓的表面后，在一定程度的温湿空气环境中，能自行干燥，结成黑色的硬膜，坚固耐久，经得起许多化学品的腐蚀。人们称这种漆为黑漆。

从华岳的论述中可知，宋军所用黄桦弓、弩，白桦弓、弩，麻背弓、弩，黑漆弓、弩的名称，大抵都由它们所用胶漆之名而来。

华岳对制箭材料的选择也有所论述。他指出：箭镞有石莲头、凿子头、荞麦棱、寸金凿子、破甲锥等5种，只有后2种能扎穿坚甲。箭翎有皂雕、白鹇、野雉、鸿鹄、鹅鹳、雁鹜等6种，前2种虽好而难得，通常多用雉翎，后3种使用较少。箭杆有脑节、巴翎、腰胭、通杆、天注5种，以通杆、天注为佳。箭尾端的筈有山茧、采漆、桐油等3种，以采漆为最好④。全箭装配时，若箭镞过重则弓软，射程不远，若箭身过重则弓硬，即使射中铠甲也不能将其穿透。以往曾经规定箭头重过3钱，所以射程不能超过百步。箭身重量如果超过10钱，那么就要用一石弓力的弓进行发射，才能有效⑤。

华岳对于制造弓箭材料的选择，虽然能保证质量，但由于北宋至南宋时战争连年不断，材料消耗量过大，因而难以满足。以牛筋为例，由于牛的数量过少，所以只能在弓的主要部位使用牛筋，次要部位便以羊筋、马筋代替。北宋朝廷为此曾在淳化五年（994年）五月专门下诏：

造弓弩，其纵理用牛筋，它悉以羊、马筋代之……恐吏督责急，而民或

---

① 《翠微北征录》卷七《器用小节十有三·弓制》，《中国兵书集成》6，第681～682页。
② 《翠微北征录》卷七《器用小节十有三·弓制》，《中国兵书集成》6，第681～682页。
③ 《翠微北征录》卷八《器用小节·弓箭制》，《中国兵书集成》6，第687页。
④ 《翠微北征录》卷八《器用小节·弓箭制》，《中国兵书集成》6，第687页。
⑤ 《翠微北征录》卷八《器用小节·弓箭制》，《中国兵书集成》6，第688～689页。



屠耕牛以供官，故于此下诏。自是，岁省牛筋千万①。

2．制作规程与工艺

华岳指出，对牛筋的披解与整治要认真仔细，一版牛筋披好后，在春暖时节的晴天，要等待10天；如遇阴雨天气，要等待20多天，才能使用。如果连披数版，没有干透就用，那么牛筋就会内湿外干，用其制弓，不到10天半个月，牛筋就会脱落，不能再用。对弓背涂漆时，每涂一层，晴天要晾干10天，阴雨天要晾干20多天，再涂上一层漆。切不可一天涂几层漆，看上去外层已干，但内层仍湿。用这种弓，不到3个月进行发射就会发脆而折断。用胶粘固角与筋，也要等待一年半载，候其自干，然后再用，这就是"年弓月箭"的道理，"否则，功虽易成，胶亦易脱"②。

3．烘焙的方法

为了保证所制弓箭能在一定程度的温湿环境中自行干燥，除利用天然日光照晒外，当时还建造了烘焙弓箭的专用房屋，屋内建有地炉、木架与箭床，四周安窗，墙壁抹以石灰泥，以火气去湿气，使弓箭尽快干燥而又不变形、不走样③。

4．性能的鉴定

宋代对所造弓箭性能的鉴定，集中反映在沈括《梦溪笔谈》的"弓有六善"之论中：

> 一者往体少而劲，二者和而有力，三者久射力不屈，四者寒暑力一，五者弦声清实，六者一张正④。

"弓有六善"源于《考工记》，其意思是说，凡是弓体外挠的少、内向的多，角与筋整治与缚之得当，那么射出的箭便强劲有力。如果弓的"节"（把梢裨木）长短适中，则射出的箭必然得力。若按照严格工艺过程整治弓材、制造弓箭的每个部件，那么，弓体在寒暑潮湿的环境中，不会变形走样，弓力始终如一，这样的弓就会射久而力不屈，寒暑虽易而弓力如常。只要弓体制作得法，安放与收藏精细，使用时就能"一张便正"，随时可用。沈括的"弓有六善"之论，在元明时期广为流传，被普遍使用，在近年出版的《〈梦溪笔谈〉译注》[17]中，也给予了高度评价。

由于宋朝弓弩制造机构有严格的规章制度与工艺规程，成品保存有比较适当的方法，所以能长久地保持良好的待发状态。在北宋建隆元年（960年）时，赵匡胤曾在扬州郡所东庑锁闭房屋数间，藏有弓弩各1000张，到宣和元年（1119年）童贯率兵往浙西经过该郡所时，下令部队打开这些房屋的门，并启用这些弓弩。这些弓弩的外表俨然如新，经试射，其弓力虽经160年而不减，可见其质量之高⑤。

---

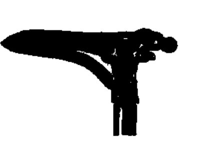
① 宋·李焘著：《续资治通鉴长编》卷三六，太宗淳化五年五月癸亥，上海古籍出版社，1986年版，影印本《续资治通鉴长编附拾补》一，第301页。以下引此书时均同此版本。

② 《翠微北征录》卷七《器用小节十有三·弓制》，《中国兵书集成》6，第680～682页。

③ 《宋会要辑稿》卷六三册《职官十六之十一至十二》，《宋会要辑稿》三，第2727页。

④ 《梦溪笔谈》卷十八《技艺》，第202页。

⑤ 《文献通考》卷一六一《兵考十三·军器》，《文献通考》二，第1403页。



第二节 射远兵器——弩与弩箭

弩与弩箭也是宋元各方军队使用较普遍的一种射远兵器，除单兵使用的轻型弩外，还有多兵张发的床子弩等许多重型弩。除军队装备的制式弩和弩箭外，还创制了许多各有特色的名弩，使弩的发展进入了高峰阶段。

一、宋军使用的制式弩与弩箭

宋军使用的制式弩，记载于《武经总要·器图》、《宋史·兵十一·器甲之制》等典籍中。

1. 轻型弩

这类弩有黑漆弩、白桦弩、黄桦弩、雌黄桦梢弩、跳蹬弩、木弩等6种。前4种弩力较强（图1-2-6），是由士兵用脚力踏张的蹶张弩；后2种弩力较小，是由士兵用臂力拉张的擘张弩，又称臂张弩。这些弩发射的弩箭有点钢箭、木羽箭、风羽箭、扑头箭、三停箭等（参看图1-2-2）。三停箭短杆短羽，射中目标后难以拔出。最厉害的是北宋咸平元年（998年）六月，御前忠佐都军头石归宋创制的木羽弩箭。这种弩箭以木为杆，所射甚远，"中人铠甲，杆去而镞留，牢不可拔"①。敌军最害怕这种弩箭。

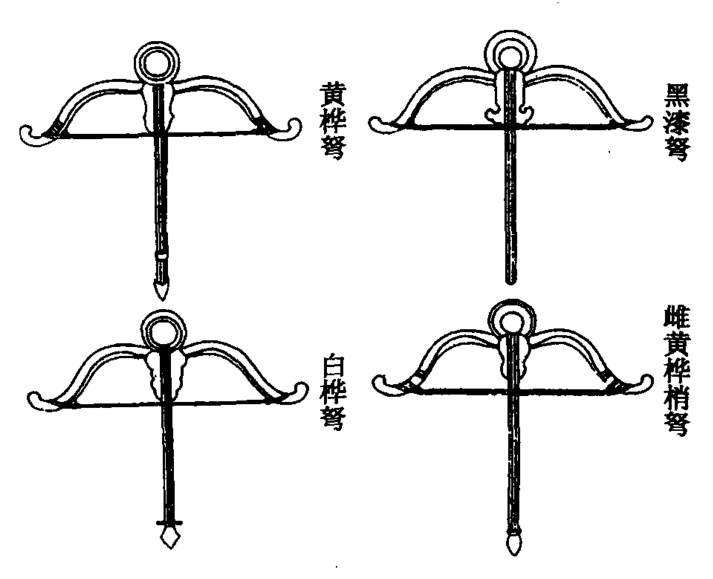


图1-2-6 宋军使用的部分轻型弩

2. 床子弩

床子弩简称床弩，是在唐代绞车弩基础上发展起来的重型弩。宋军使用较多，仅《武经总要·器图》就记有双弓牀（同简化汉字"床"）弩、小合蝉弩、斗（dǒu）子弩、手射弩、三弓弩、次三弓弩、三弓床弩等（图1-2-7）。它们是在坚实的四脚大木弩床上，安置2~4张弓，由数名士兵绞轴张弦，安箭待发。发射时，士兵用锤猛击扳机，机发弦弹，将箭射出。双弓床弩前后各安一弓，用7人绞轴张弓，射程可达一百七十步（每步为五尺，下同）。三弓床弩前安两弓后安一弓。大型的"八牛弩"须100多人张射，一般要用70人张射，

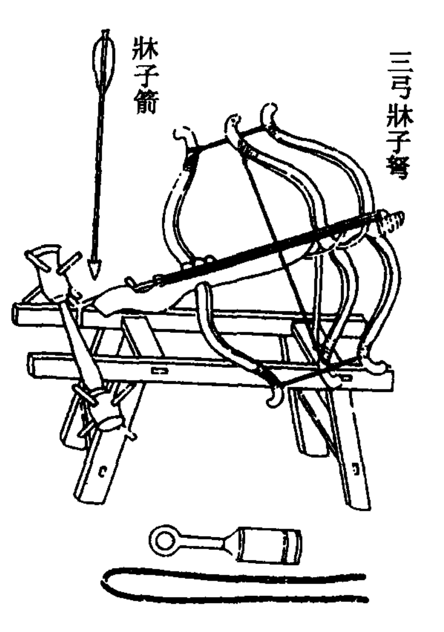


图1-2-7 宋军的床弩

① 《宋会要辑稿》第一八五册《兵二十六之三十六》，《宋会要辑稿》八，第7244页。

射程300步。瞄准和击牙发射，都有专人。小型的需20～30人张射，射程250步。

床子弩发射的弩箭有大凿头箭、小凿头箭，一枪三剑箭（参看图1－2－2)。这些弩箭以木为干，以铁为羽，实际上是一种带羽的小枪，杀伤力和破坏力较强，如用三弓床弩射出的踏橛箭，能成排地钉刺在夯土城墙上，士兵可借它攀登上城。斗子弩和三弓床弩的弦上安有一个铁兜，内装数十支箭，可同时射出，如寒鸦飞空，人称寒鸦箭，能大量射杀密集进攻之敌。床子弩还可发射火药箭。宋朝统治者十分重视大威力床子弩的发展，赵匡胤曾下令“试床子弩于郊外，矢及七百步，又令别造千步弩试之，矢至三里”①。北宋景德元年（1004年），宋军在澶渊（今河南濮阳）之战中，曾用床子弩和连弩伏于隘道，射杀契丹南京统军使萧挞凛，使契丹军士气大丧。北宋熙宁四年（1071年），泾原路下属渭州建城后，即造三弓八牛床弩及一枪三剑箭，以加强城防。床子弩在南宋又有发展，《宋史·魏丕传》说：“旧床子弩射止七百步，令丕增造至千步。”恩格斯曾说，英国士兵在14—15世纪使用的大弓，“可以把箭射出200码以外”，“是一种非常可怕的武器”[18]。但是中国在10—11世纪所使用的神臂弓和床子弩的射程，已经在1 500米以上了。

北宋康定元年（1040年），朝廷规定以斗和石为单位，确定弩力的大小并将其分作四等：一二三四等分别为二石八斗、二石七斗、二石六斗、二石五斗②，约相当于同等弓力的3倍。绍熙二年（1191年），规定每个弩手带甲，要在百步远处射四石力的弩，12箭中有5箭中靶才为合格③。上述规定并非固定不变而是常有调整的。

二、宋军使用的特种弩

宋军除使用制式弩外，还创造了不少特种弩。

1. 神臂弓

关于神臂弓的创制有多种说法。沈括说神臂弓系李定（即李宏）所献，实为偏架弩，射三百步。李定为党项羌族人，自投奔宋朝后，官至团防使（防御史和团练使)④。《宋会要辑稿·兵二十六之二十八》称，神臂系李宏所制，由入内副都知张君水于北宋熙宁元年进献朝廷。《文献通考·兵考十三·军器》与《宋会要辑稿》所说相似，并说神臂弓所射木羽箭长数寸，能射远二百四十步，入榆木半笴（gǎn,)。《宋史·兵十一（器甲之制)》对神臂弓形制构造的介绍，比《宋会要辑稿》稍简，并称其最大射程可达340多步。此外，纪昀在《阅微草堂笔记·涞阳续录一》、朱弁在《曲洧旧闻》中，对神臂弓也有相似而简略的叙述。

宋神宗在观看神臂弓试射后，见其箭镞锋利，穿透力大，操作简便，即命军器监按式制造，颁发部队使用，作为抗金的利器，并规定各地不准私造私习，若官兵将其毁弃和丢失者，要受到处罚。北宋军器监自北宋熙宁八年（1075年）以后多有制造。南宋建炎元年（1127年），枢密院以神臂弓与长柄刀，作为宋军的主要兵器，金军对神臂弓望而生畏，金将完颜宗弼（又称兀术）称神臂弓是宋军最

① 《文献通考》卷一六一《兵考十三·军器》，《文献通考》二，第1403页。
② 《宋史》卷一九五《兵九·训练之制》，《宋史》十四，第4853页。
③ 《宋史》卷一九五《兵九·训练之制》，《宋史》十四，第4781页。
④ 《梦溪笔谈》卷十九《器用》，第216页。



好的兵器①。

2. 神劲弓

南宋绍兴五年（1135 年）四月，御前军器所开始制造适于平原旷野使用的神劲弓，预计造 6 000 张，配箭 1 000 000 支②。工部侍郎李昌图等人认为，神劲弓虽远在神臂弓之上，但射速只及神臂弓的 1/3。之后，都统制吴挺奏称，神劲弓发射弹子头箭，甚为便疾，“神臂不及也”③。可见两者各有千秋。

3. 克敌弓

克敌弓系韩世忠对神臂弓加以改造的改制品，“其发可至百步，其劲可穿重甲，最为利器”④。南宋军器监主簿曾三聘在奉旨制造划车弩时称：“划车弩六人挽之，而箭之所及二百六十步。今所用克敌弓较之，工费不及十之三，一人挽之而射可及三百六十步，利害晓然。”⑤ 朝廷即造克敌弓。

4. 马皇弓

此弩系南宋抗金名将杨存中所创。杨存中称：“克敌弓虽劲而蹶张难，遂以意创制马皇弓，思巧易制，发易中远，人服其精。”⑥ 可惜其制法未能传世。

5. 凤凰弓

据岳珂称：此弓实为弩，系和子美（一作诜）知雄州时所创，既轻且利，能破坚于三百步之外。绍兴中，韩世忠改制为克敌弓。洪文敏在《容斋三笔》中“谓祖熙宁神臂弓之规，实不然也”⑦。可见此弓与克敌弓有承启之缘而与神臂弓无关。

6. 九牛大弓

此弩创于北宋元丰六年（1083 年），据工部郎中范子奇称，此弩强于神臂弓和独辕冲阵流星弩，比九牛弩轻便，“用人至少，射远而深，可以御敌”⑧。朝廷准许军器监进行试制。

7. 连弩

连弩是一发可射多箭的强弩，系宋军在作战中赖以取胜的利器之一。北宋太平兴国三年（978 年）十二月，宋太宗至讲武台，观看飞山雄武营军人进行发射抛石机和连弩的训练，为征讨北汉作准备⑨。次年四月，宋太宗至太原前线，督促宋军用抛石机和连弩攻占太原，消灭了北汉，结束了五代十国的分裂局面。北宋咸平六年（1003 年）二月，宋真宗又至该营观看训练⑩。次年十一月，宋真宗赴澶州督战，用连弩和床子弩伏击契丹军，射杀其先锋萧挞凛，契丹军被迫与宋廷讲

---

① 《三朝北盟会编》卷二五〇引《征蒙记》，《三朝北盟会编》下册，第 1551 页。
② 《宋会要辑稿》第一八五册《兵二十六之二十八》，《宋会要辑稿》八，第 7240 页。
③ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第 4923 页。
④ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第 4923 页。
⑤ 《宋史》卷四二二《曾三聘传》，《宋史》三六，第 12612 页。
⑥ 《宋史》卷三六七《杨存中传》，《宋史》三三，第 11439～11440 页。
⑦ 宋·岳珂：《桯史》卷五，《笔记小说大观》四，第八册第 320 页。
⑧ 《宋会要辑稿》第一八五册《兵二十六之三十》，《宋会要辑稿》八，第 7241 页。
⑨ 《续资治通鉴》卷九《宋纪九》，太平兴国三年十二月乙丑，《续资治通鉴》一，第 229 页。
⑩ 《宋史》卷七《本纪七·真宗二》，《宋史》一，第 121 页。



和，订立“澶渊之盟”。知澧州供备库副使宋守信创制的冲阵无敌流星弩①，大致也是一种连弩。

8. 车载弩

车载弩始创于南宋绍兴三十二年（1162年）。是年金军十万围海州，抗金名将张浚率部解海州之围后，又募忠义壮勇组建万弩营，并命统制陈敏创制车载弩。金军闻而怯战，撤回淮北②。北宋皇祐元年（1049年）三月，郭谘创制的独辕冲阵无敌流星弩，则是一种独辕车弩，宋廷为此还组建了独辕弩军③。抗金名将魏胜在绍兴三十一年前后，创制了数百辆如意战车，每车可蔽士兵50人，车上装有大型床子弩，矢大如凿，一发能射杀数人，是一种车、弩合一的车载弩④。

9. 拒马刀弩

此弩系宋守信于北宋皇祐元年所创，是一种抵御骑兵冲击的弩。

10. 木鹤嘴弩

此弩系知衢州张子颜于南宋淳熙九年（1182年）所创⑤。《宋会要辑稿》记为南宋乾道元年（1165年）闰正月创制成功，共造2 000张，配箭100 000支⑥。

11. 匾筒木弩

此弩系寿春府（今安徽寿县）人所创，它与一般弩的明发牙机不同，箭放在筒中甚稳，尤便于夜间施放⑦。

上述十几种特殊的弩，它们的形制构造都因缺乏记载和出土实物而难以确知其详，但都是对制式弩的改进和补充，有的没有得到推广，有的逐渐得到推广而成为新的制弩，如神臂弓和克敌弓等。

三、辽夏金元各军使用的弩

弩是辽军的基本装备之一，并且建有“弩手军详稳司”，“专掌强弩之事”⑧。“详稳”系辽军之官名，是汉语“将军”一词的转译。辽朝北面军官的元帅府下设大详稳司，统领军马。各军又各设详稳，可见弩手军详稳司是辽军的一个兵种。

西夏军使用的神臂弓，不仅是宋军使用的名弩，而且很可能起源于西夏。据《元史》记载，元至正十二年（1352年）三月，陇西地震百余日，城谷颓夷，陵谷变迁。定西、会州、静宁、庄浪（今甘肃定西、会宁、静宁、庄浪）等地尤为强烈。会州公宇中墙崩塌，获得强弩“五百余张，长者丈余，短者九尺，人莫能挽”，殆即西夏国遗物所谓“神臂弓”之类的武器⑨。

金军以强弩为基本装备之一，弩手军是金朝禁军的一个重要组成部分。金章宗承安四年（1199年），金廷在原有基础上增编弩手军1 000人，并规定了选拔和

---

① 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4912页。
② 《宋史》卷三六一《张浚传》，《宋史》三二，第11307页。
③ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4912页。
④ 《宋史》卷三六八《魏胜传》，《宋史》三三，第11460~11461页。
⑤ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，4923页。
⑥ 《宋会要辑稿》第一八五册《兵二十六之三十五》，《宋会要辑稿》八，第7244页。
⑦ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4923页。
⑧ 《辽史》卷四六《百官志二·北面军官》，《辽史》三，第739页。
⑨ 《元史》卷四二《本纪第四十二·顺帝五》，《元史》三，第897页。



训练弩手的标准①。

元军也以弩为基本装备，视弩手军为技术兵种之一，由弩手千户统领。元军使用的弩有折叠弩与神风弩。神风弩的射程可达八百步②。

四、弩在作战中的使用

弩与弓虽然都是射远兵器，但是各有所长。弓体较轻，便于携带，易于操射，步骑兵都可使用。弩箭比弓箭射程远，洞穿力强，一般由士兵用足蹶张，只能由步兵使用，张速较迟缓，临阵作战时，张发不过三四次，敌军已经迫近。为了避免这些弱点，宋军在作战时便将弩兵独立编队布阵，集中射击。弩手分队的士兵分为发弩人、进弩人和张弩人，作战中各司其职，进行流水式施放，以便提高射速，连续射击敌人。尤其是在高山险隘中设伏，待敌军进入伏击地域时，弩军居高临下，万弩齐射，可以一举取胜。这类战例不在少数。如南宋建炎四年（1130年）三月，金军在进军江南受挫后，便转为东守西攻，企图由陕入川，迂回进攻南宋领地。九月，南宋抗金名将吴玠率兵数千，扼守蜀道的要隘和尚原（今陕西宝鸡南）。南宋绍兴元年（1131 年）十月，金军进攻和尚原。吴玠所部依托险隘坚垒，以预伏的“强弓劲弩，分番迭射，号‘驻队矢’，连发不绝，繁如雨注”③，多次打退金军的猛攻，后又以精兵夜袭金军兵营，断其粮道，在其退路处设伏，激战三日，宋军大胜，俘金兵千余人，金将完颜宗弼中箭，部下死伤甚众。此战是宋金战争以来，宋军获得的首次大捷，鼓舞了军民抗金的信心。弩在这次作战中，发挥了重要的作用。

第三节　抛射兵器——抛石机

抛石机在宋元时期称作礮或砲④。有时也将被抛射的石制、泥制球形弹与火毬称为砲。因其击砸和摧毁威力较大，所以得到了长足的发展，宋军和北方各游牧民族军队都大量使用，在各种作战中发挥了重要的作用，正如《武经总要·守城》中所说：“凡砲，军中之利器也，攻守师行皆用之。守宜重，行宜轻。”宋元时期的军事技术家们，对以前的抛石机加以改进和发展，使其成为军队作战的基本兵器之一，并将各种抛石机的制作技术、形制构造、尺寸规格、作战性能等整理成文，绘制成图，集中收录于《武经总要》中，从中可以看出宋代以前和当时各方军队所用各种抛石机的概貌。

---

① 《金史》卷四四《志第二十五·兵·禁军》，《金史》三，第 1001 页。

② 《续文献通考》卷一三四《兵十四·兵考·军器》，至元二十五年七月，《续文献通考》（二），第 3993 页。

③ 《宋史》卷三六六《吴玠传》，《宋史》三三，第 11410 页。

④ 《宋史》、《资治通鉴》、《辽史》都作礮，《金史》、《武经总要》、《守城录》作砲，《元史》既作礮，又作砲。可见礮和砲在当时为通用字，均指抛石机或其抛射物。北宋的许洞，在 1004 年成书的《虎钤经·火利第五十三》中，首用“炮”代替“砲”，认为“飞火者，谓火炮、火箭之类也”。此处的“炮”系指抛射纵火之物的抛石机，或指被抛射的纵火之物。



一、《武经总要》刊载的抛石机

《武经总要》对宋代以前抛石机的发展概况、形制构造和抛射机制，都作了全面的阐述。

1. 发展概况

书中第十二卷和第十卷，共记载了18种抛石机的文图，现略述于后。单梢砲（两种）、双梢砲、五梢砲、七梢砲、旋风砲、虎蹲砲、拄腹砲、独脚旋风砲、卧车砲、车行砲、旋风五砲、旋风车砲、合砲、火砲、砲车、行砲车（2种）。其中砲车、旋风车砲、卧车砲、车行砲和行车砲为有轮砲，大抵是东汉曹操军中所用霹雳车与唐军所用抛车的发展。其余各砲均未安车轮，须设置在固定阵地上抛射。此外，还有北宋知宁化军人刘永锡，于咸平五年（1002年）创制的一种只用两人便可抛射的手砲，因其便于制造，易于抛射，故朝廷下令沿边各地推广使用。①《武经总要》对几种具有代表性抛石机的构造和使用数据，作了详细介绍。如最简单的单梢砲：砲梢长25.26尺②、拽索45根、抛射手40人、定放手1人、射程50步、石弹重2斤、架柱4根。最大的七梢砲：砲梢长28尺、拽索125根、抛射手250人、定放手2人、射程50步、石弹重90～100斤、架柱4根。其余抛石机的数据则在此二者之间。

2. 构造和分类

抛石机由砲架、砲梢和铁蝎尾、拽索、安置抛射的皮窝即甩兜、套系铁蝎尾的绳索（又称弦子）和索端的铁环构成。砲架则采用粗长的大木制成，是抛石机的基座，有如下几种形式。

独柱横轴式砲架。这类抛石机最基本的一种是旋风砲（图1－2－8），它只用一根粗9寸长1.7丈的圆木为柱，深埋5尺，根部两侧用夹木加固，与现在旷野中木质电线杆颇为相似。木柱的顶部安置两道有一定间隔的短横木。横木两端各用一个倒月形铁制构件相连，构件的叉架恰好成为特制横轴的支座，横轴可在其上转动。砲梢长1.8丈，垂直穿过横轴的中央，砲梢头部长1.5尺，系50根拽索；尾部长16.5尺，形成以砲轴为支撑点的杠杆的长短两臂。抛射时，按规定须用50人猛拉梢头（即短臂），梢尾（即长臂）便绕横轴急速翻转，系于砲梢尾端皮窝中的石弹，便在离心力的强烈作用下抛射出去，飞向目标。这是最简单的一种抛石机，可视为《左传》桓公五年（前715

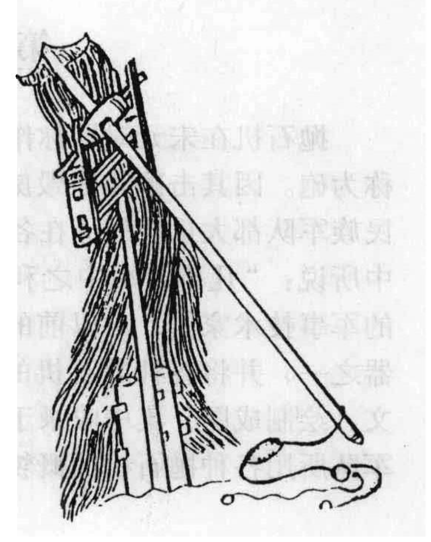


图1－2－8　旋风砲

① 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十一，第4910页。

② 据《中国历代量制演变测算简表》所列：宋元时期规定与今制单位换算关系：1丈＝10尺＝100寸＝1 000分＝312厘米，1步＝5尺；1石＝120斤，1斤＝16两＝633克，1两＝10钱＝100分，本章长度与重量可按此换算成公制。

年）记事中所说的“旝”的后代①。类似的独柱横轴式抛石机还有独脚旋风砲、卧车砲、旋风车砲等，不过它们的独木柱是竖立于木架和车座之上的。

梯台式砲架。属于这一类的抛石机，有单梢砲（图1－2－9）、双梢砲、五梢砲、七梢砲等。它们以4根1尺见方，长10～15尺的大木为柱，组成一对有三个横档的大梯，再将一对大梯的中部和底部用横木连接，组成一个梯台形框架。两梯顶部的横木中央，各附设一个凹形座，以便安装一根可以在座上转动的横轴。砲梢的安置和抛射方法与旋风砲相同。

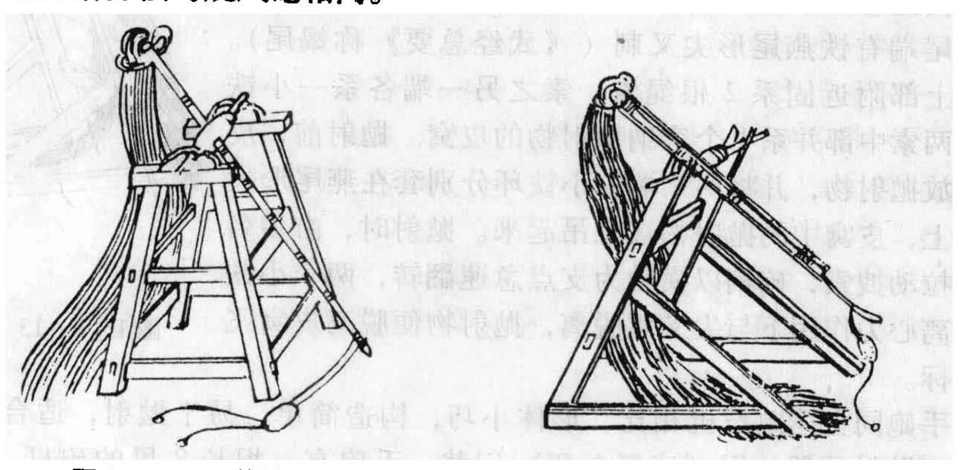


图1－2－9　单梢砲　　图1－2－10　虎蹲砲

虎蹲式砲架。属于这一类的抛石机有虎蹲砲（图1－2－10）、拄腹砲等。它们的四根架柱两长两短，呈猛虎蹲坐式连接。两根长架柱的上端，各置一个“丫”形叉口，以便安放可在其上转动的横轴。砲梢的安置和抛射方法与旋风砲相同。

叉形式砲架。属于这一类的抛石机有合砲（图1－2－11），它由四根大木柱，组成一对叉架。两个叉架上横置一根转轴，可在叉架上转动，砲梢的安置和抛射方法与旋风砲相同。

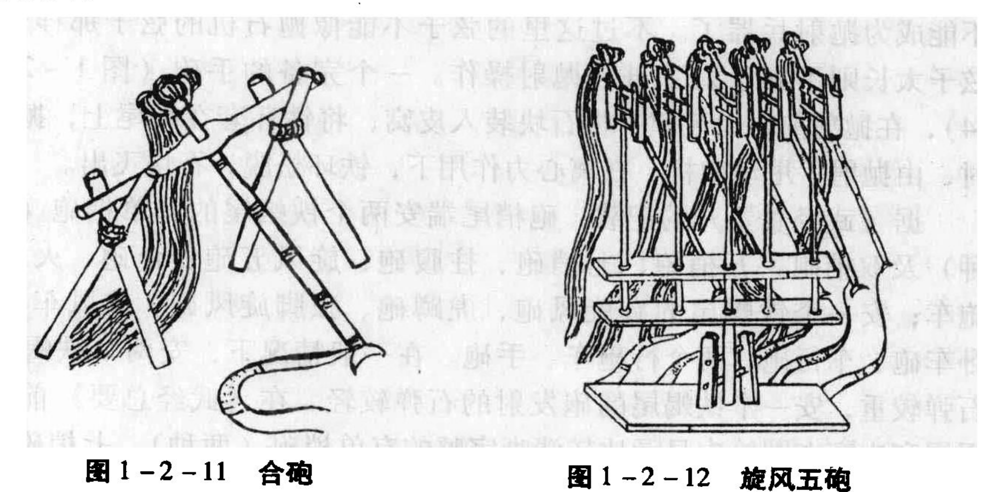


图1－2－11　合砲　　图1－2－12　旋风五砲

① 《左传》桓公五年（前715年）的记事中有“旝动而鼓，蔡、卫、陈皆奔……郑伯合师以攻之，王卒大败”的内容。“旝”的另一说是指旗。但从作战过程看，若旗动而擂鼓开战，敌人就跑，战斗的取胜就过于容易了。若说郑军擂鼓而战，以旝抛石，敌人被击而跑，似较合理。东汉学者许慎所编《说文解字·旝部》称：“旝……一曰建大木，置石其上，以机发，以追敌也。”《晋书·卞壸传》：“身当矢旝，再对贼锋。”也说旝为发石之机。



半形式砲架。属于这一类的抛石机有旋风五砲（图1－2－12），它实际上是由5个小型的旋风砲平行组合而成，似为提高抛射速度而设计的一种连抛式抛石机。

3. 抛石机的抛射装置

抛石机的抛射装置，在《武经总要》的多数版本中，都缺少图绘，只有在明万历金陵书林唐富春刻本的拄腹砲图（图1－2－13）中，有比较合乎抛射原理的描绘。其抛射杠杆（即砲梢）的短臂头部系有多根拽索，长臂尾端有铁燕尾形尖叉刺（《武经总要》称蝎尾）。蝎尾上部附近固系2根绳索。索之另一端各系一小铁环，两索中部并系1个容纳抛射物的皮窝。抛射前，皮窝中放抛射物，并将两索端的小铁环分别套在燕尾形尖叉刺上，皮窝中的抛射物被悬吊起来。抛射时，由多名士兵拉动拽索，砲梢以横轴为支点急速翻转，两个小铁环在离心力作用下与尖叉刺脱离，抛射物便脱离皮窝飞向目标。

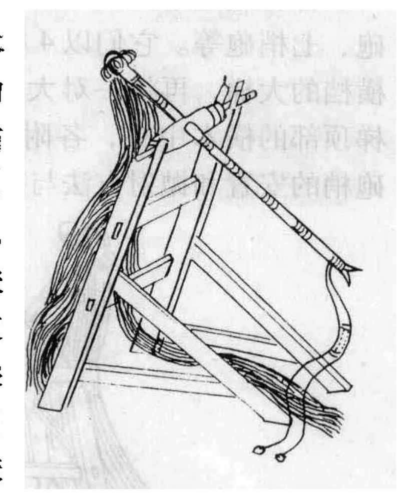


图1－2－13　拄腹砲

手砲同上述抛石机相比，形体小巧，构造简单，易于抛射，适合单兵使用，属轻型抛射兵器。据《武经总要》记载，手砲有一根长8尺的砲杆，长4寸的铁蝎尾，尾部铁尖刺系有一个铁环，杆端系有一个2寸半见方的皮窝，可容纳半斤重的石块一个，由2人抛射①。手砲的构造表明，砲杆是供射手直接操持的手柄，杆端的铁蝎尾与系于其上的弦子、皮窝、铁环，构成手砲的容弹、系扣和释放装置。弦子虽没有在书中提及，但从皮窝与砲杆的扣系来看，若没有弦子，一个2寸半见方的皮窝及其所容纳的半斤重的石块，是无法同砲杆联系在一起的，因而也就不能成为抛射兵器了。不过这里的弦子不能像抛石机的弦子那样长，弦子太长则不利于射手进行抛射操作。一个完备的手砲（图1－2－14），在抛射前，由装填手将石块装入皮窝，将铁环套在蝎尾上，抛射时，由抛射手甩动砲杆，在离心力作用下，铁环松脱，石块飞出。

图1－2－14　手砲

据《武经总要》的记载：砲梢尾端安两个铁蝎尾的有单梢砲（两种）及双梢砲、五梢砲、七梢砲、拄腹砲、旋风五砲、合砲、火砲、砲车；安一个铁蝎尾的有旋风砲、虎蹲砲、独脚旋风砲、旋风车砲、卧车砲、车行砲、两个行砲车、手砲。在一般情况下，安两个铁蝎尾的砲发射的石弹较重，安一个铁蝎尾的砲发射的石弹较轻。在《武经总要》前述版本中，铁蝎尾和皮窝在图绘中显示比较清晰完整的有单梢砲（两种）、七梢砲、虎蹲砲、拄腹砲、行砲车（两种）。在正德刊本《武经总要》中，铁蝎尾和皮窝在图绘中显示比较清晰完整的有七梢砲、旋风砲、独脚旋风砲、合砲。在四库全书本《武经总要》中，铁蝎尾和皮窝在图绘中显示比较清晰完整的有双梢砲、五梢砲、七梢砲、合砲。该版本《武经总要》卷10将行砲车轩车砲的砲梢改绘成清代的火炮，则是

① 《武经总要》前集卷十二《守城·手砲》，《武经总要》前集五卷十二，第44页。



一种随意的篡改，极不可取。

《武经总要》的出版，汇集了宋代各方及其以前的各种抛石机，规范了它们的制造技术和工艺，阐述了它们的作战用途和使用它们的技术、战术，对抛石机的改进和发展产生了重要的影响。

二、宋军对抛石机的使用

抛石机始终是宋军的攻守利器。宋朝建立之初，就建有雄武飞山砲手军和宣毅床子弩砲手队。可见装备抛石机的砲手军与装备床子弩的砲军，是当时同为装备重型远程抛射兵器的部队。赵匡胤曾于北宋建隆二年（961 年）十二月、北宋开宝九年（976 年）十月，两次去雄武飞山砲手军营观看砲手军演习砲车①。北宋太平兴国三年（978 年）十二月，宋太宗也到雄武飞山砲手军营观看砲手军操射发石机②，为进攻北汉政权守备的太原作准备。次年四月，宋太宗亲临太原城西，“督诸将发机石攻城”③。于五月上旬占领太原，抛石机在攻城战中发挥了重要作用。

抛石机也是宋军在守城战中常用的守城战具。北宋靖康元年（1126 年），宋军在坚守开封时，“修楼橹，挂毡幕，安砲座，设弩床，运砖石，施燎炬，垂檑木，备火油”，各种守城器械都已用上④。

南宋建炎元年（1127 年），金军攻陷洺州（今河北永年），南宋宗室赵士珸“励将士死守，飞火砲碎其攻具”⑤，金军因其首领被擒，便撤围而去，洺州得以保存。

陈规和魏胜等抗金将领，对抛石机的制造和使用也都有创新⑥。

三、辽夏金各军对抛石机的使用

抛石机在辽夏金军中也有广泛的使用。

1．辽军对抛石机的使用

辽军同宋军一样，在腹心部队中，也建有砲手军，称“砲手军详稳司”，专掌“飞砲之事”，与“弩手军详稳司”在同一级编制序列⑦。北宋雍熙三年（986 年）正月，宋军分兵三路进攻幽州（辽南京，今北京）、蔚州（今河北蔚县）、云州（今山西大同）。辽廷得知宋军进攻的消息后，命南京留守耶律休哥固守城池，阻止宋军北进。命北院枢密使耶律斜轸为山西兵马都统，率部阻击宋军对蔚州、云州方向的进攻。辽圣宗和承天太后萧绰率精兵增援南京。六月，又命“南京留守休哥遣砲手西助斜轸”⑧。北宋绍圣二年（1095 年）九月，辽道宗命“西京（今山西大同）砲人、弩人教西北路汉军”⑨。可见抛石机在辽军的作战中，已经具有重

---

① 《续资治通鉴长编》卷二，建隆二年二月丙寅；卷十七，开宝九年十月己亥；《续资治通鉴长编附拾补》一，第 14、144 页。

② 《续资治通鉴长编》卷十九，太平兴国三年十二月乙丑；《续资治通鉴长编附拾补》一，第 167 页。

③ 《宋史》卷四《本纪第四·太宗一》，《宋史》一，第 61 页。

④ 《续资治通鉴长编》卷五二，靖康元年正月癸酉，《续资治通鉴长编附拾补》五，第 534 页。

⑤ 《宋史》卷二四七《赵士珸传》，《宋史》二五，第 8752 页。

⑥ 见本书第一篇第六章第二节“守城录及其反映的军事技术思想”。

⑦ 《辽史》卷四六《百官志二·北、百军官》，《辽史》三，第 739 页。

⑧ 《辽史》卷十一《本记第十一·圣宗二》，《辽史》一，第 123 页。

⑨ 《辽史》卷二六《本纪第二十六·道宗元》，《辽史》一，第 308 页。



要的作用。

2. 西夏军装备的抛石机

据《宋史》记载，西夏军“有砲手二百人，号泼喜，陡立旋风砲于橐驼鞍，纵石如拳”①。又据苏天爵称：“河西之人居鄜者万家，号砲手②。”说明西夏军中编制砲手的人数，远比《宋史》记载的要多。苏联史学家克恰诺夫说：“蒙古人在1205年从唐兀惕人的夏国了解到有关抛石机和‘勃利特’砲的情况，这些武器装备在后来的近东战争都发挥过很大的作用。”[19]克恰诺夫所说的“勃利特”砲，是欧洲古代弩砲拉丁文 ballista 的译音，同当时西夏文的读音“泼喜陡”相近。因此，《宋史·夏国传下》关于旋风砲的记载，应改作如下的断句形式：“有砲手二百人，号泼喜陡，立旋风砲于橐驼鞍，纵石如拳。”

3. 金军对抛石机的使用

南北宋交替之际，金军也广泛使用抛石机作战。

北宋宣和七年（1125年）二月，金灭辽后即准备攻宋。十月初，金军分兵两路攻宋。左副元帅完颜宗翰率西路军自西京（今山西大同）进攻太原；南京路都统完颜宗望率东路军自南京（今河北卢龙）进攻燕山府（今北京城西南）。金军在攻城时，往往先在城外布列数十具抛石机，猛击城上楼橹等防御设施。据《宋编年资治通鉴》记载，金西路军在宣和七年底至靖康元年（金天会四年，1126年）九月围攻太原的攻城战中：

> 先列砲三十座，凡举一砲，听鼓声齐发砲。砲石入城者，大过于斗，楼橹中砲，无不坏者③。

守城军民在总管王禀指挥下，虽艰苦坚守达9个月之久，终因粮尽援绝而被攻破。

当年闰十一月，金军在进攻东京城（今河南开封）时，曾于十九日一夜之间，布列了七梢砲、两梢砲、旋风砲、虎蹲砲等50具抛石机，抛射火毬与石弹，使守城宋军无法在城上驻存，“毙于砲者，日不下数十人”④。陈规在《守城录》中对此次攻守城战也有描述：

> 其时：“金人广列垒石砲座，寻碑石、磨盘石、羊虎为砲，欲攻之。所列砲座百余，飞石如雨，击守城之卒，死伤日不下一二十人。”⑤

在抛石机与其他兵器的猛攻下，金军于闰十一月二十五日攻破东京，灭亡了北宋。次年即靖康二年四月，金军掳徽、钦二帝及宗室，并劫掠府库蓄积，北撤而去。

金军在同蒙军的作战中，也多使用抛石机。金哀宗天兴年间（1232—1234

---

① 《辽史》卷四八五《外国二·夏国传下》，《宋史》四十，第14028页。

② 苏天爵：《滋溪文稿》卷二三《元参知政事王宪穆公行状》。

③ 《续资治通鉴长编》卷五六，靖康元年九月壬申注引，《续资治通鉴长编附拾补》五，第578页。

④ 《续资治通鉴长编》卷五八，靖康元年闰十一月癸卯注引石茂良《避戎夜话》，《续资治通鉴长编附拾补》五，第592页。

⑤ 宋·陈规、汤琦撰：《守城录》卷一《陈规靖康朝野佥言后序》，上海古籍出版社，1990年版，《四库兵家类丛书》二，第727页。以下引此书时均同此版本。



年），金蒙之间的战争激烈进行。金朝为抵御蒙军的进攻，大量制造抛石机，扩建砲手军。天兴元年三月，凤翔府（今陕西凤翔）蒙古军砲手军万户王阿驴、樊秀来开封①，指挥砲手军进行坚守。当年八月，金中京留守元帅强伸，创制一种抛石机，取名“遏砲”，以为守城之用。此砲“用不过数人，能发大石于百步外，所击无不中。伸奔走四应，所至无不捷”②。天兴二年十二月，金军砲手军总帅王锐，见金朝大势已去，便杀死元帅夹谷当哥，率部投降蒙军③。次年，金亡于蒙古。

四、元朝对发展抛石机的贡献

蒙古人强大起来后，十分重视抛石机的使用。为适应对内对外战争的需要，自铁木真崛起后，便不断采取措施，促进抛石机的改进和发展：其一是组建砲手军；其二是建立职掌抛石机制造和使用的专门机构；其三是鼓励官员和能工巧匠对抛石机进行改进。这三条措施的实行，使元代的抛石机得到了长足的发展，尤其是在建元灭宋的战争中，抛石机的制造和使用达到了高潮。

1．砲手军的创建和发展

砲手军是在蒙古人起兵后不久开始创建的，他们视需要分别隶属于各路大军中。负责组建砲手军的将领，大多系由铁木真在作战过程中选定。太宗、宪宗和世祖继续执行铁木真的政策，使砲手军的将领世代相沿相袭，砲手军的规模不断得到扩充和壮大。

铁木真选定的第一个砲手军将领是蒙古人唵木海。铁木真在听到唵木海关于“攻城以砲石为先，力重而能及远”④ 的议论后，即命其为砲手，并于太祖九年（1214 年）太师国王木华黎统兵南下时，委任其为随路砲手达鲁花赤，即砲手总管。之后，“唵木海选五百余人教习之，后定诸国，多赖其力”⑤，是为元砲手军之初创。宪宗二年（1252 年），唵木海升都元帅，次年死，其子忒木台儿因从战有功，袭任砲手总管。元至元十四年（1276 年），忒木台儿之子忽都答儿又升为砲手万户，一门三代都任职于砲手军⑥。

也是在太祖九年，铁木真亲统大军至古北口（今属北京），燕人薛塔剌海率300 人归附，被委任为砲水手元帅，后又因善用砲而升为砲水手军民诸色人匠都元帅。蒙古军西征时，他“从征回回、河西、钦察、畏吾儿、康里、乃蛮、阿鲁虎、忽缠、帖里麻、赛兰诸国，俱以砲立功”⑦。太宗四年（1232 年），薛塔剌海死，其子夺失剌袭其职。夺失剌死后，夺失剌之弟军胜袭职。中统三年（1262 年），军胜率砲手军平定济南李璮叛军。蒙古至元五年，军胜率砲手军从攻襄阳，于三月死，军胜子四家奴于至元八年袭职，又于至元二十二年改为砲手万户⑧。这是一个砲手军世家。

---

① 《金史》卷十七《本纪第十七・哀宗上》，《金史》二，第 386 页。
② 《金史》卷一一一《强伸传》，《金史》七，第 2450 页。
③ 《金史》卷十八《本纪第十八・哀宗下》，《金史》二，第 402 页。
④ 《元史》一二二《唵木海传》，《元史》十，第 3010 页。
⑤ 《元史》一二二《唵木海传》，《元史》十，第 3010 页。
⑥ 《元史》一二二《唵木海传》，《元史》十，第 3010 页。
⑦ 《元史》卷一五一《薛塔剌海》，《元史》十二，第 3563 ~ 3564 页。
⑧ 《元史》卷一五一《薛塔剌海》，《元史》十二，第 3563 ~ 3564 页。



太祖六年，昌平人张拔都率部归附铁木真，随近臣汉都虎西征。当年，汉都虎升任砲手诸色军民人匠都元帅。汉都虎死后无子，由张拔都代任其职①。

铁木真在用兵中原后，也常选募善用砲者编为砲手军。冀州人贾塔剌浑即因此而被籍为兵，不久被委为四路总押，统率砲手军。太祖十六年（1221年），贾塔剌浑死，其子抄儿赤袭职。抄儿赤死后，赤子冀驴袭职。冀驴死后，驴之弟六十八袭职，于蒙古至元五年（1268年）率砲手军从攻襄阳、樊城，又于至元二十年，升任砲手军匠万户府②，地位超过其祖。

太祖十八年七月，清州人张荣因随铁木真征西域有功，升砲手元帅。太宗二年（1230年），张荣死，荣子奴婢袭职。世祖中统三年（1262年），奴婢死，婢子君佐袭职，于至元五年，从都元帅阿朮率砲手军攻襄阳、樊城，三代多次建功③。

《元史·兵志》太宗七年的记载中，对元砲手军的创建和发展作了概括，指出蒙古人的随路砲手军，“始太祖、太宗征讨之际，于随路取发，并攻破州县，招收铁、木、金、火等人匠充砲手”④。在边征战边扩编的情况下，于宪宗二年（1252年），“具作砲手附籍”⑤，编制成军。之后，又在攻襄阳、樊城，灭南宋之战中，屡建战功，成为元军进行重大作战的主力部队，也是宋元时期编制最完备、规模最大的砲手军。

2. 砲手万户府和回回砲手军上万户府匠的建制

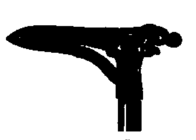
砲手军是蒙古军的一个技术兵种，分编于各路大军中，由善于造砲用砲的工匠担任统率官。初建时，造砲工匠和操射的砲手都编制其中。在战争过程中，它不断扩展，规模越来越大，组织机构和编制的调整便逐渐开始进行。

元至元八年，忽必烈建立元朝伊始，便派使臣赴西域，向亲王八哥征集砲匠，著名的回回人砲匠阿老瓦丁和亦思马因调至京师，并让他们试造5门新砲，立于京城5门之前，性能甚佳，朝廷给予厚赏。至元十年，又下令将他们二人所造的新砲送往前线，帮助攻占了襄阳和樊城，“襄阳砲”随之名噪当时并流传后世⑥。

元至元十一年，朝廷建制砲手总管府，亦思马因任回回砲手总管⑦。同年，亦思马因病逝，其子布伯袭职。元军渡江时，阿老瓦丁和布伯随军作战，新砲在取潭州（今湖南长沙）、破静江（今广西桂林）等作战中，发挥了重要作用⑧。元至元十三年，已故砲手总管唵木海都元帅之孙忽都答儿升任砲手总管。次年，又升为砲手万户，加昭勇将军⑨。元至元十六年，南宋刚亡，元廷即下令：

两淮造回回砲新附军匠六百，及蒙古、回回、汉人新附人能造砲者，俱

① 《元史》卷一五一《张拔都传》，《元史》十二，第3580页。
② 《元史》卷一五一《贾塔剌浑传》，《元史》十二，第3577~3578页。
③ 《元史》一五一《张荣传》，《元史》十二，第3581~3582页。
④ 《元史》卷九八《兵一·兵制》，《元史》八，第2514页。
⑤ 《元史》卷九八《兵一·兵制》，《元史》八，第2514页。
⑥ 《元史》卷二〇三《方技·阿老瓦丁、亦思马因》，《元史》十五，第4544页。
⑦ 《元史》卷二〇三《方技·阿老瓦丁、亦思马因》，《元史》十五，第4544页。
⑧ 《元史》卷八六《百官二》，《元史》七，第2168页
⑨ 《元史》卷一二二《唵木海传》，《元史》十，第3010页。



至京师①。

此举既充实了砲手总管府，又加强了对各地砲手军的控制和管理。

元至元十七年十月，元廷“发砲卒千人入甘州（今甘肃张掖），备战守”②。砲手军开始执行保卫边远地区安全的军务。

元至元十八年，元廷将砲手总管府升格为都元帅府③，布伯任回回砲手都元帅，又于次年升任军匠万户府万户，将砲手都元帅府改为回回砲手军匠上万户府④。元至元二十年，贾塔剌浑之孙六十八，也升任砲手军匠万户府⑤。

元至元二十二年，元廷又将砲手元帅府改为砲手万户府，将砲手都元帅府改为回回砲手军匠上万户府⑥。阿老瓦丁任回回砲手军匠上万户府副万户⑦。薛塔剌海之孙四家奴，也在当年改授为砲手万户府万户⑧。这种建制上的改变，说明元廷已将总管造砲和用砲的砲手都元帅府，划为分管砲手军的砲手万户府，以及分管砲手军匠的回回砲手军匠上万户府，加强对用砲和造砲的指挥和管理。同时，从名称上看，回回砲手军匠上万户府的造砲重点，已经转移至“回回砲”（即襄阳砲）方面，其机构的编制级别和最高官员的地位，似乎都要高于砲手军万户府。

3. 襄阳砲的创制

元至元九年十一月，元军围攻襄阳、樊城已经5年，因其城高沟深，墙坚壁固而久攻不下，于是采纳参知政事阿里海牙的建议，使用阿老瓦丁和亦思马因设计的能抛射150斤石弹的新砲，因其设计者都是回回人，故史家称之为“回回砲”。《元史》卷七记载：

> 回回亦思马因创作巨石砲来献，用力省而所击甚远，命送襄阳军前用之⑨。
>
> 亦思马因相地势，置砲于城东南隅，重一百五十斤。机发声震天地，所击无不摧，陷入地七尺⑩。
>
> 一砲中其樵楼，声如雷霆，震城中⑪。

襄阳砲比宋代抛石机威力大的原因有两个：其一，抛射的石弹大，重达150斤，击砸力较强，宋砲的石弹不超过90斤，击砸力较弱；其二，砲梢受力的方式有改进，宋砲都是利用人力突然拉动砲梢，把放在砲梢尾端甩兜中的巨石或火毬抛射至敌方，产生击杀和焚烧作用，每门砲需40～250人拉动，才能将90斤重的石弹抛射出去，使用时多有不便；襄阳砲则把用人力拉动的宋砲，改为重力下坠

---

① 《元史》卷十《本纪第十·世祖七》，《元史》一，第210页。
② 《元史》卷九九《兵二·镇戍》，《元史》八，第2541页。
③ 《元史》卷八六《百官二》，《元史》七，第2168页。《元史·世祖七》记为二十一年六月。
④ 《元史》卷二〇三《方技·阿老瓦丁、亦思马因传》，《元史》十五，第4544页，
⑤ 《元史》卷一五一《薛塔剌海》、《贾塔剌浑传》，《元史》十二，第3577页。
⑥ 《元史》卷八六《百官二》，《元史》七，第2168页。《元史·世祖七》记为二十一年六月。
⑦ 《元史》卷二〇三《方技·阿老瓦丁、亦思马因传》，《元史》十五，第4545页。
⑧ 《元史》卷一五一《薛塔剌海》、《贾塔剌浑传》，《元史》十二，第3577页。
⑨ 《元史》卷七《本纪第七·世祖四》，《元史》一，第144页。
⑩ 《元史》卷二〇三《方伎·亦思马因传》，《元史》十五，第4545页。
⑪ 《元史》卷一二八《阿里海牙传》，《元史》十，第3125页。



式抛射巨石的重砲。

冯家昇先生在《火药的发明与西传》中，对襄阳砲的构造作了复原，绘制了复原图（图1－2－15）：砲架由大木制成虎蹲式，砲梢的头部悬挂一块巨石或铁块，尾端甩兜中放置一个被抛射的石弹，前者约为后者重量的好几倍；平时，砲梢的尾部用巨钩钩于砲架上。抛射时，将铁钩突然松开，悬于砲梢头部的巨石或巨铁，因受重力的作用而骤然下坠，使砲梢绕轴急速翻转，尾端甩兜中的石弹，因受离心力的作用而被抛射。由于襄阳砲是用巨石或巨铁块下坠所产生的机械力抛射的，其瞬时性、方向性、突发性都较宋砲为佳，因而抛射的距离远，摧毁力大，故能将久攻不下的襄阳城突破。

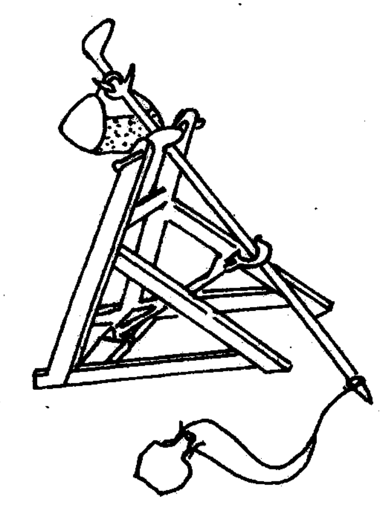


图1－2－15　襄阳砲（采自《火药的发明与西传》）

据《元史·方技传》记载，阿老瓦丁和亦思马因的后代，曾继续在元廷供职。阿老瓦丁于元大德四年（1300年）告老后，其子富谋只袭任副万户。富谋只于元皇庆元年（1312年）卒，其子马哈马沙袭职，并与亦思马因之孙哈散协同造砲①。由此可见，西域回回人对创制和发展襄阳砲作出了重要的贡献。

五、抛石机的历史作用

抛石机的使用，对宋元时期的军事产生了一定的影响。

首先，创编了砲手军。宋元时期的各方军队，都出现了新的兵种砲手军或砲军，其编制不断扩大，人数日益增加。宋军使用的抛石机，每门编砲手少则40～50人，多则150人。在金宋一次攻守城战中，双方常使用数十门乃至上百门抛石机，动用兵力多达万人。元初的砲手军，不但集中于京城，而且也部署于边远地区。朝廷不但建立了砲手军的指挥机构砲手万户府，而且还建立了管理回回砲制造的砲手军匠上万户府，把砲手军的组织编制推进到了高级发展阶段。

其次，提高了抛石机的制造技术。宋末元初，西域回回人阿老瓦丁和亦思马因，创造了重力下坠式抛石机的制造技术，从而把沿用1 600多年的人力拉动式抛石机的制造技术，发展为重力下坠式抛石机的制造技术。

再次，抛石机的战斗作用逐渐突出。在南宋后期的金宋攻守太原之战、攻守开封之战，蒙金攻守凤翔之战、攻守开封之战，元宋攻守安丰（今安徽寿县）和庐州（今合肥）之战，攻守襄阳、樊城（今湖北襄樊）之战中，双方都动用了数十门乃至上百门抛石机，不但抛射石弹，而且也抛射火球，展开了前所未有的激烈砲战，成为决定战役和战斗胜负的重要武器。

其四，发展了新的战术。砲的广泛使用，砲手军的普遍建立，促进了砲手军同步骑兵协同作战战术的进一步发展。在野战中，先以抛石机抛射巨石，击杀敌军士兵和摧毁敌军战具，为步骑兵实施冲击打开通路。在攻城战中，先以抛石机

① 《元史》卷二〇三《方技·阿老瓦丁、亦思马因传》，《元史》十五，第4544～4545页。



抛射巨石，击杀守城士兵和摧毁城上守备设施，为步兵攻城作战扫除了障碍，创造了条件。在守城战中，用抛石机抛射巨石，击杀攻城士兵，摧毁攻城战具，为守城士兵出城反击扫除了障碍，创造了条件。这些战术的创造和发展，为而后金属管形射击火器大量使用，先以枪炮火力实施突击和压制，再以步骑兵投入战斗的作战方式，提供了借鉴。

其五，抛石机被火铳所取代。宋元时期广泛使用的抛石机，只有襄阳砲在元末明初仍有使用。元至正十六年（1356年）十一月，朱元璋部将徐达所部在围攻平江（今江苏苏州）时，曾“设襄阳砲击之”，使“城中震恐”①，并攻占了平江。自明永乐年（1403—1424年）后，由于火铳的增多和大型铳炮的不断创制，其机动之灵，使用之便，射程之远，命中精度之高，威力之大，都是宋砲和襄阳砲所望尘莫及的。因此，抛石机在走完它的发展历程——从独木架到台座式木架，从定装式到车载式，从拉动式到重力下坠式，大约自16世纪起，便在战场上逐渐消失，以致最后被淘汰。

第四节 格斗兵器

宋军虽然已在北宋初期，将火毬与火药箭用于战争，但是由于数量有限，性能也有待改进，而且还要借助射远兵器才能发挥作用，因此钢制格斗兵器仍然是当时宋军与其他各方军队的主要装备。格斗兵器主要有刀、斧、枪、棍棒、镋、锤、骨朵、鞭、锏、铁链枷棒等。它们有的是通用装备，有的是根据使用者的爱好和需要而特制的装备。如北宋初期的名将太原人呼延赞，以骁勇敢战而闻于宋太祖、太宗、真宗，官至行宫内外都检点。他所使用的铁鞭、枣槊、破阵刀、降魔杵等，都是特制兵器。其中名为铁折上巾的兵器两旁有刃，皆重十数斤②。

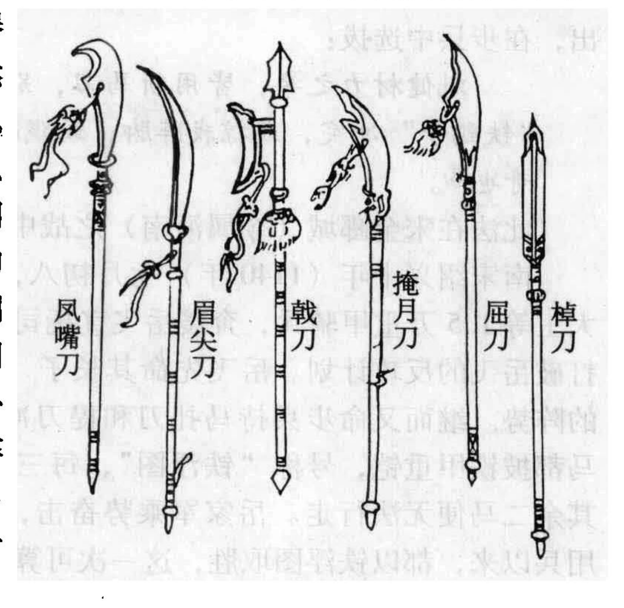


图1-2-16 《武经总要》刊载的长柄刀

一、长柄刀

长柄刀的种类甚多，《武经总要》记有屈刀、掩月刀、眉尖刀、凤嘴刀、笔刀、棹刀③、戟刀等七种制式宋刀的图形和文字说明。前五种的构造基本相同，刀身呈前头尖锐后部斜阔的形状，后安长木柄，柄末安镈（zūn）。眉尖刀的刀头不

① 《明史纪事本末》卷四《太祖平吴》，中华书局，1977年版，校点本《明史纪事本末》一，第71页。以下引此书时均同此版本。

② 《宋史》卷二七九《呼延赞传》，《宋史》二七，第9488～9489页。

③ 棹刀：明正德刊本的《武经总要·器图》作掉刀，四库全书本作棹刀。从刀形看，似划船之棹，故以棹刀为好。四库全书本只画了棹刀、屈刀、笔刀三种图形。



宽，呈尖状翘起。屈刀、掩月刀、凤嘴刀、笔刀都呈偃月形，大抵系由唐代的陌刀演变而来。棹刀系直刃光锋刀，刀锋前端呈等腰三角形，其后为长阔形刀身，两旁直刃，全刀形如划桨之棹，故有其名。戟刀由戟演化而来，首部为尖锋，锋后的一侧为弯月形刀刃，既可刺杀，又能劈斩，是一器两用的长柄刀（图1-2-16）。书中还提到了太平、建戎、朝天、开山、开阵、划阵、偏刀、车刀等长柄刀，但其形制构造不详。

除《武经总要》外，其他史籍还提到了斩马刀、破阵刀、劈阵刀、提刀、马扎刀、马军刀、步人刀、飞梭刀等制造与使用的情况。据知泸州郑昭度于北宋天禧元年（1017年）十月奏称，泸州少数民族使用的飞援刀，刀身长五六寸，柄长四五尺，形似枪而无锋，灵巧轻捷，可在数十步内杀伤人命①。

舞刀是宋军重要的训练内容之一。南宋建炎元年（1127年），枢密院制定的教阅法规定：舞刀者要用长1.2丈以上的长柄刀，用毡皮将刀头裹起来，“引斗五十二次，不令刀头至地”② 者，才算合格，可见对舞刀技艺要求之高。

为了对付北方游牧民族的铁甲骑兵，宋廷十分重视长柄刀的制造与使用。北宋政和三年（1113年），秦凤路经略安抚使何常指出：在平原旷野作战，可用神臂弓等强弓劲弩射杀敌军骑兵，但对于擅长冲冒奔突的铁甲骑兵“铁鹞子”，以及惯于在山谷深险之处轻足善走和击刺掩袭的“步跋子”，就难以匹敌了。为此他提出，在步兵中选拔：

> 魁健材力之卒，皆用斩马刀，别以一将统之，如唐李嗣业用陌刀法。遇“铁鹞子”冲突，或掠我阵脚，或践踏我步人，则用斩马刀以进，是取胜之一奇也③。

此法在宋金郾城（今属河南）之战中果然奏效。

南宋绍兴十年（1140年）七月初八，金将完颜宗弼率韩常、龙虎大王、盖天大王等1.5万重甲骑兵，奔袭岳飞宣抚司的驻地郾城，企图摧毁宋军的统帅机构，打破岳飞的反攻计划。岳飞先命其长子（一说养子）岳云率骑兵冲击，分割金军的阵势。继而又命步兵持马扎刀和提刀冲入敌阵，目不仰视，只砍马足。金军战马都披铁甲重铠，号称“铁浮图”，每三马用绳索相连，当一匹马的马足被砍后，其余二马便无法行走。岳家军乘势奋击，大败金军。完颜宗弼大为懊丧，声称自用兵以来，都以铁浮图取胜，这一次可算是失败了④！

在北方游牧民族军队中，使用长柄刀的将领也很多。如金将徐文，“勇力过人，挥巨刀重五十斤，所向无前，人呼为‘徐大刀’”⑤。蒙古军副万户别的因，“身长七尺余，肩丰多力，善刀舞，尤精骑射，士卒咸畏服之”⑥。

---

① 《宋会要辑稿》第一八五册《兵二十六之二十六》，《宋会要辑稿》八，第7239页。从记载中可知，此刀似为可投掷杀人之刀。

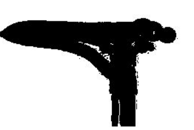
② 《宋史》卷一九五《兵九·训练之制》，《宋史》十四，第4868页。

③ 《宋史》卷一九〇《兵四·乡兵一》，《宋史》十四，第4721页。

④ 《宋史》卷三六五《岳飞传（附岳云）》，《宋史》三三，第11389页。

⑤ 《金史》卷七九《徐文传》，《金史》六，第1785页。

⑥ 《元史》卷一二一《别的因传》，《元史》十，第2994。



二、长柄斧

长柄斧由斧头与长柄构成，脊厚刃阔，各方多有使用（图1－2－17）。宋军使用的长柄斧有开山、静燕、日华、无敌、劈阵等名称。长柄斧多用于劈砍敌军骑兵的马足。北宋元丰五年（1082年）八月，军器监丞沈括，就奉命一次制造劈阵大斧5 000，拨给西边诸将使用。南宋中兴名将东京留守刘锜、宣抚使张俊、副使杨存中、都统制王德等，都曾用长柄斧击败金军的铁甲骑兵“铁浮图”。

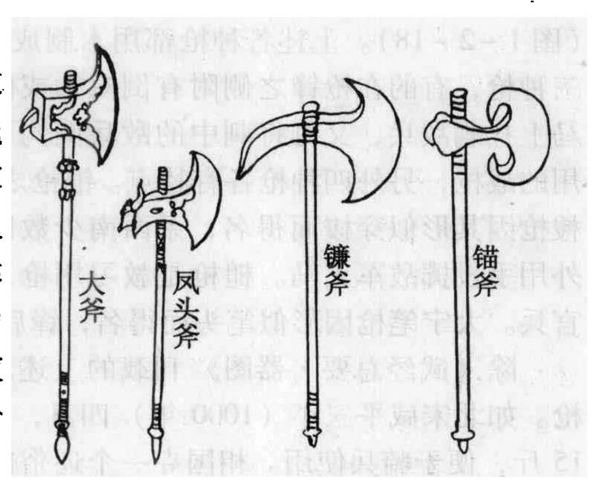


图1－2－17　宋元军的长柄斧

南宋绍兴十年（1140年）六月初，金将完颜宗弼率领龙虎大王、三路都统等部人马，合围顺昌（今安徽阜阳）。宗弼意骄气盛，见城垣简陋，声称可用脚尖踢倒，便不用鹅车（扒毁城墙的作业车）、砲具攻城，只“被白铠，乘甲马，以牙兵三千督战，兵皆重铠甲，号‘铁浮图’；戴铁兜牟（头盔），周匝缀长襜”①。作战中，金军“铁浮图”被宋军用标枪去其兜牟，用大斧断其臂又砍其马足，并击破其“拐子马”，取得了顺昌保卫战的胜利。

南宋绍兴十一年二月十八日，宋将刘锜、杨存中、王德等率领宋军，进攻集结于柘皋（今安徽巢湖市西北）的金军。金军分左右两翼夹道而阵，以“拐子马”阵形而进，杨存中与王德“使万人操长斧，如墙而进，诸军鼓噪奋击，金人大败，退屯紫金山”②。

长柄斧也是各游牧民族军队的基本装备之一。金朝的仪卫部队配有仪锽斧；黑龙江阿城市双城村金墓，曾出土过五把铁斧[5]，说明女真人用斧之普遍。元军也使用镰斧和锚斧进行作战（图1－2－17）。

三、枪、矛、槊矟

枪、矛、槊矟都属扎刺兵器，相互之间有类似之处。

1. 宋军使用的扎刺兵器

主要有骑兵与步兵长柄枪（图1－2－18）。骑兵长柄枪有双钩枪、单钩枪、环

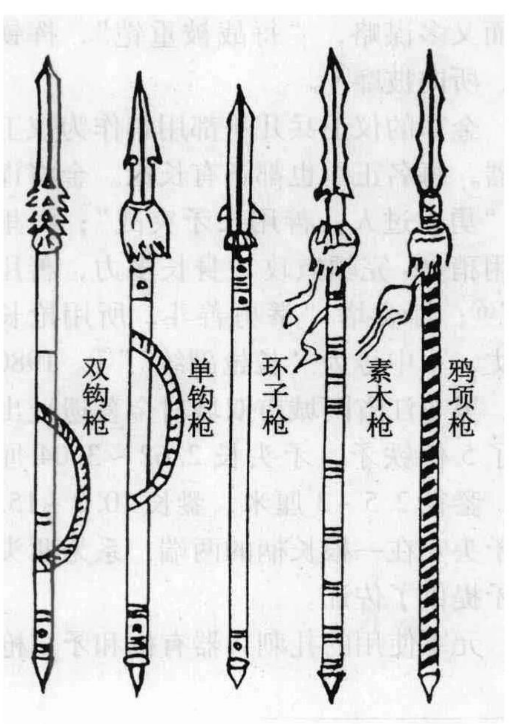


图1－2－18　《武经总要》刊载的长柄枪

① 《宋史》卷三六六《刘锜传》，《宋史》三三，第11403～11404页。

② 《宋史》卷三六七《杨存中传》，《宋史》三三，第11436、11437页。又《宋史》卷三六六《刘锜传》、卷三六八《王德传》也有类似的记载。



子枪三种。步兵长柄枪有素木枪、鸦项枪、锥枪、梭枪、槌枪、大宁笔枪等六种（图1-2-18）。上述各种枪都用木制成长柄，柄首安枪锋，柄尾安镈。骑兵用的三种枪，有的在枪锋之侧附有倒双钩或倒单钩，有的在柄上附有环，便于骑兵在马上扎刺敌兵，又可将刺中的敌兵倒钩下马。步兵所用的六种枪中，前两种为常用的战枪，另外四种枪各有特点。锥枪之锋有四棱刃，挺锐不可折，刺扎力较强。梭枪因其形似穿梭而得名，系西南少数民族所用之枪，其枪柄较短，能在数十步外用手投掷敌军人马。槌枪是教习用枪，枪前安有木质圆球，以免在教习时误伤官兵。大宁笔枪因形似笔头而得名，锋后附有一小铁盘，盘上有刃可刺人。

除《武经总要·器图》刊载的上述制式骑兵和步兵长柄枪外，还有一些特种枪。如北宋咸平三年（1000年）四月，神骑副兵马使焦偓创制了一种铁盘槊，重15斤，便于骑兵使用。相国寺一个还俗的和尚法山，创制的一种适于骑兵使用的铁轮拨，重33斤，首尾有刃，可刺可戮①。北宋景祐四年（1037年），南北作坊还制造了梭子枪、抓枪各5万支②。北宋皇祐五年（1053年），荆南兵马钤辖王遂，向朝廷进献了他所创制的临阵拐突枪③。

2. 辽金元各军使用的扎刺兵器

按辽军的编制规定，每名正军都装备长枪或短枪。辽军将领使用扎刺兵器的也不少。如辽将耶律沤里思，勇猛善战而又多谋略，“每战被重铠”，挥铁槊，所向披靡④。

金军的仪卫兵几乎都用矟作为仪卫兵器，每名正军也都备有长枪。金将谋衍“勇力过人，善用长矛突战”；海里善用矟⑤；完颜撒改“身长多力，善用枪”⑥；斯赍塔“拳勇善斗，所用枪长二丈，军中号为‘长枪副统’”⑦。1980年，黑龙江省阿城市双城村金墓遗址出土了5件铁矛，矛头长2.62~3.04厘米，銎径2.5~3厘米，銎长10.2~15.2厘米，矛头截面呈菱形，有脊。其中有两个矛头安在一根长柄的两端，系为两头矛[5]（图1-2-19）。这些实物为金军所用的矛提供了佐证。

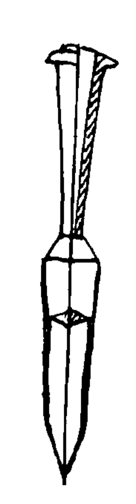


图1-2-19 出土的金军长矛头（采自《北方文物》1990年第2期）

元军使用的扎刺兵器有枪和矛。枪有长柄和短柄两种，多属可掷可投的标枪。

---

① 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4910~4912页。
② 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4910~4912页。
③ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4912页。
④ 《辽史》卷七六《耶律沤里思传》，《辽史》五，第1251页。
⑤ 《金史》卷七二《谋衍、海里传》，《金史》五，第1654、1657页。
⑥ 《金史》卷九一《完颜撒改传》，《金史》六，第2011页。
⑦ 《续资治通鉴》卷一五七，宁宗开禧二年十二月丁未，《续资治通鉴》九，第4249页。

长标枪有欺胡大和巴尔恰两种，柄长丈余，两头有锋，可以两用。短标枪的尾侧有三支钩形尖刃，主要用于投掷（图1－2－20）。此外，元军还有一些使用特制长柄枪的名将。如安远大将军隋世昌“锻浑铁为枪，重四十余斤，能左右击刺”，“宋军闻铁枪名，不敢近”①。”

欺胡大长标枪
三尾短标枪
巴尔恰长标枪

图1－2－20　元军的枪
（采自《中国军事史·兵器》）

元军使用矛的记载虽然甚少，但是在出土实物中却有不少精制的矛。1964年，中国社会科学院考古研究所对元大都遗址的城垣、街道、河湖水系进行了全面的考察，发掘出两件铁矛。[20]其中一件残矛长26厘米、锋长15.5厘米，最宽处2.5厘米。经专家分析，该矛系用夹钢工艺制成，矛的本体为含碳较低的钢材，矛的心部用含碳较高的钢材，为锋刃。铁矛经过锻打后，进行局部淬火处理，使锋刃部具有较高的强度、硬度和耐磨性；而其本体组织仍为强度、硬度稍低的铁素体，具有一定的韧性，从而使矛头具有“刚柔相济”的特点[10]。

3．扎刺兵器的制作工艺

这一时期对扎刺兵器制作工艺的研究，比较深入具体，其中尤以华岳对长柄枪制作技术与工艺的研究最为全面。他针对宋军所用长柄枪的弊端，提出了四条改进措施。

其一，要把握枪柄的质量。华岳指出，枪柄的质量是长柄枪性能优劣的关键。由于造枪部门在收购枪柄的材料时，有的没有经过严格的选择，所以有不少木质疏松的杂木混入其中，致使成枪在使用时枪柄往往折断，枪头脱落。为此，他要求造枪部门，必须选择木质坚实的蒺藜条、枫木、赤仙木作枪柄，以免折断。

其二，要严格安装枪头的工艺。华岳指出，以往各军在装配长枪时，有的不管枪头的尾筒（即尾鋈）与柄头的大小匹配，只顾随意用锉锉尾筒，用刀斧砍削柄头，进行硬性装配。如果用这种长枪去直刺，只要碰到稍硬的物体，枪柄就会在锉、砍的地方折断。因此，华岳建议在装配长柄枪时，必须将尾筒的孔径与枪柄头的直径贴合，以便装配紧密，不致折断。

其三，要精当地选择钢材。华岳指出，过去造枪的部门，不管是枪头还是枪叉，都使用精良的团钢，既倍费磨削之工，又耗费太大。因此，华岳建议在造枪时，只须枪尖与叉口用好钢，枪身与叉背用普通的钢铁就可以了。

其四，要用胶和漆固结枪柄与枪头。华岳建议造枪部门在装配长柄枪时，先要煎胶入漆，倒入枪头尾筒，使枪头与枪柄装配牢固，以避免枪头摇动与脱落的弊端②。

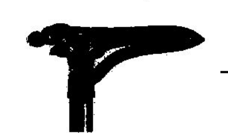
四、棍棒、爪钩、锐

这些都是击打与钩叉兵器。

1．棍棒

① 《元史》卷一六六《隋世昌传》，《元史》三十，第3893～3894页。

② 《翠微北征录》卷八《器用小节·叉枪制》，《中国兵书集成》6，第694～695页。



棍棒是使用历史最悠久的打击兵器，见于《武经总要·器图》记载的有：诃藜棒、钩棒、杆棒、杵棒、狼牙棒、白棒、抓子棒7种（图1－2－21）。它们都用坚实的重木制成，诃藜棒用铁皮包裹棒身，钩棒的头部有双钩，杆棒细长；杵棒的两头都安有植满刺钉的槌头；白棒用长木制成；抓子棒头部有鸡爪形钩；狼牙棒的纺锤形头部植有狼牙形刺钉。它们分别具有击打、扎刺、钩啄、锤击、砸刺、钩抓等杀伤作用，许多将领都乐于使用。宋将呼延赞与郭遵、王珪还使用特制的降魔杵与铁杵、铁鞭①。此外，西北游牧民族还使用一种铁链夹棒，形似农家打麦用的连枷，它是在一根长棒的前端，用铁链环联另一根较短的铁棒，便于骑兵在马上向下拍击敌军的步兵。后来宋军也用其作兵器，并在使用技巧上有较大的提高。

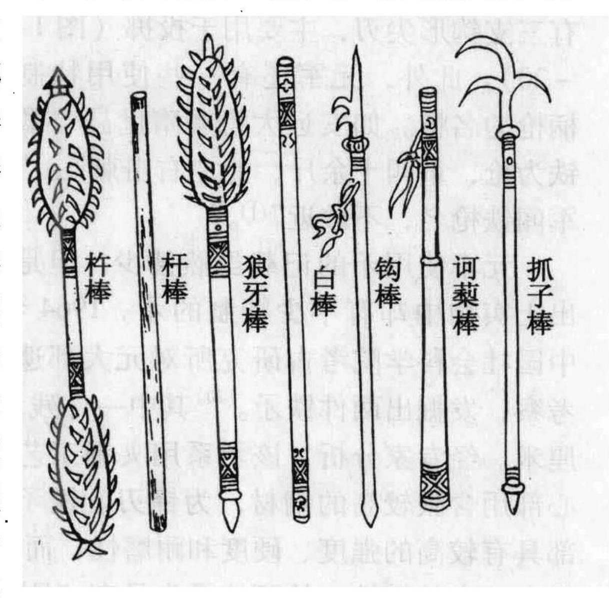


图1－2－21 宋代的棍棒

由于棍棒制作便宜，有多种用途，所以京东西路提点刑狱公事程昌寓，于南宋建炎二年（1128年）五月十三日上奏，请朝廷准许"各州县择本土坚韧之木，广置棍棒，其长等身，径可及握，不劳远求，指日可办"。棍棒"比弓弩则无挽拽之能否，比刀剑则无锻炼之工程，用之以御铁骑，则出其右。盖铁骑非箭凿锋刃可害"②。朝廷采纳了他的意见，下令大量制造，弥补了地方各州县兵器的不足。

2. 爪钩

爪钩在宋元兵器中虽名不见经传，但有出土实物为证。1982年，浙江淳安县桐子坞乡驮花坞村的山坡上，出土了2件爪钩。其中一件长97厘米，顶端有4只爪钩，如四瓣花叶均匀张开；根部每隔12～13厘米安置一组爪钩，每组3只，共三组，已锈蚀不全。另一件长55厘米，根部有两组爪钩，每组5只，其中一组残缺（图1－2－22）。[21]根据该县文管部门分析，爪钩的出土地点，在北宋宣和年间（1119—1125）方腊起义军的活动区域内，似为方腊所部使用的兵器。从形制构造上看，爪钩与钩棒、抓子棒相似，可看作棒类兵器的一种。

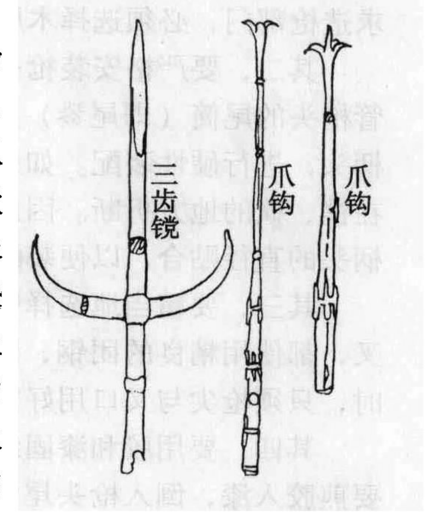


图1－2－22 淳安出土的爪钩与镋（采自《考古》1988年第4期）

3. 镋

镋是一种叉型长柄兵器，镋头似叉而多齿，有三

① 《宋史》卷二七九《呼延赞传》，《宋史》二七，第9488～9489页；《宋史》卷三二五《刘平传（附郭遵）》，《宋史》三十，第10505页；《宋史》卷三二五《任福传（附王珪）》，《宋史》三十，第10508页。

② 《宋会要辑稿》第一八五册《兵二十六之四十》，《宋会要辑稿》八，第7246页。

齿、五齿之分，中齿稍长，坚锐如枪锋，可以直刺，两旁横齿为月牙形，向上弯翘如牛之双角，可以架格敌人的兵器。浙江淳安县与爪钩一起出土的一件铁制三齿镋，全长66厘米，两旁弯齿阔28厘米，镋的中部镶有铜制套饰，尾部中空，可安木柄[20]（图1-2-22）。此镋的出土说明，至迟在北宋宣和年间，铁镋已被方腊起义军用来同宋军作战，比《武备志》所记载的镋要早几百年。

五、鞭、锏、锤、挝

这类兵器虽非宋元时期各方军队的制式装备，但也有相当一部分将领用它们作兵器，史书典籍也不乏关于它们的制造与使用的记载。

1. 鞭

据《武经总要·器图》记载，铁鞭形似竹节而有柄，其大小长短随使用者的需要而定，有铁鞭、连珠双铁鞭等制品，步骑兵都可使用（图1-2-23）。宋军将领善用铁鞭者甚多。宋将王继勋有勇武，“在军阵，常用铁鞭、铁槊、铁挝，军中目为‘王三铁’”①。王珪“少拳勇，善骑射，能用铁杵、铁鞭”，他在北宋康定初年（1040年）与西夏军在师子堡作战时，左右被敌将夹击，他左手执杵击碎一名敌将的脑袋，右手执鞭击杀另一名敌将②。次年，他与西夏军战于好水川（今宁夏隆德至西吉两县间）地区时，在“铁鞭挠曲”的情况下，仍奋击自如，当夜因伤重而亡③。北宋名将呼延赞，也常用铁鞭与敌军作战④。北宋宝元元年（1038年），宋将环庆路马步军副总管刘平在延州（今陕西延安）同西夏军激战时，西夏军首领也“举鞭挥骑，自山四出合击”⑤，刘平被俘。可见西夏军的将领也用铁鞭作战。

图1-2-23 宋代的鞭

2. 锏

铁锏是源于铁鞭的打击兵器。锏身呈四棱形，无节无锋，形似竹简，故初名为简，步骑兵都可使用（图1-2-24）。北宋名将狄青麾下的张玉，以善用铁锏而闻名。北宋康定元年（1040年），张玉在延州地区的青涧、招安砦等地，与西夏铁甲骑兵作战时，“单持铁锏出斗，

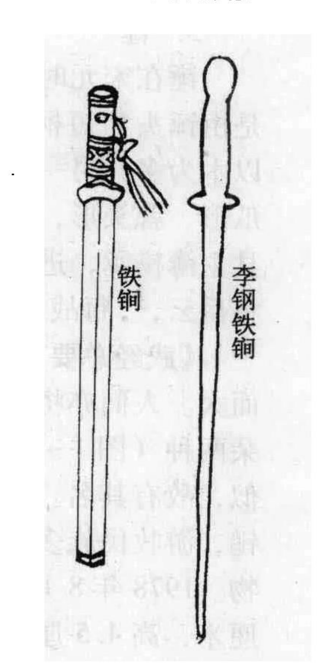


图1-2-24 宋代的锏
（采自《文物》1985年第5期）

① 《宋史》卷二七四《王继勋传》，《宋史》二七，第9353~9354页。
② 《宋史》卷三二五《刘平传（附王珪）》，《宋史》三十，第10508页。
③ 《宋史》卷三二五《刘平传（附王珪）》，《宋史》三十，第10509页。
④ 《宋史》卷二七九《呼延赞传》，《宋史》二七，第9488~9489页。
⑤ 《宋史》卷三二五《刘平传（附王珪）》，《宋史》三十，第10503页。



取其首及马，军中因号曰‘张铁锏’”①。次年，宋军与西夏军战于好水川，宋将任福“挥四刃铁锏，挺身决斗”②，中枪身亡。另有开封雍丘人桑怿，“勇力过人，善用剑及铁锏”，北宋宝元初年（1038 年）任“任泾原路屯镇戎军”，与任福一起，在好水川力战身亡③。

除宋军外，其他各方军队也有使用铁锏的将领，如金将乌延查剌，于金正隆六年（1161 年）在信州（今吉林怀德西北东辽河畔）同契丹人作战时，“左右手持两大铁锏，简重数十斤，人号‘铁锏万户’”。契丹军大败，乌延查剌率部追击，“以铁锏左右挥击之，无不僵仆”④。

北宋庆历元年，知并州杨偕遣阳曲县主簿杨丞进献所制铁锏，后北宋军器作坊多有制造⑤。北宋军器作坊制造的铁锏，也间或有实物传世。1985 年 6 月 29 日，福建省博物馆收到了收藏家林忠干捐赠的一把铁锏，此锏系北宋尚书右丞、抗金名将李纲监制，制作十分精致。锏身全长 94.2 厘米，重 3.6 千克，柄长 20.1 厘米，棱身前细后粗，长 74.1 厘米。锏柄呈瓜锤形，茎套花梨木，近首处穿孔，以便系索挂于腰间。锏柄与棱之间横隔四瓣状格板，直径 7 厘米，厚 0.4 厘米。棱身靠近格板处，阴刻篆文“靖康元年李纲制”7 字。字体镶嵌金饰，至今清晰可辨。锏身配有圆形红木套鞘，长 76 厘米，表面阴刻银饰花草、蝙蝠、古磬垂璎珞等图案；中部缠箍两道出纽铜佩璲，可供佩带；鞘末包有球形铜珌[22]（图 1－2－24）。

3. 锤

锤在宋元时期有椎、槌、鎚、骨朵、金瓜等名称。主要有两种组合方式：一是由锤头和短柄组成，单手握持，锤头有铜铁两种，以铁为多，柄有木铁两种，以木为多；另一种用绳索系扣锤头，靠投掷击敌，故又称流星锤。锤头有球形、瓜形、蒜头形，有的锤头面上还有棱有刺。北宋庆历元年，知并州杨偕曾遣阳曲县主簿杨丞，进献所制造的铁链锤⑥，可能是一种系有索绳的铁制流星锤。抗金名将岳云，“每战，以手握两铁锥，重八十斤，先诸军登城”⑦。

《武经总要·器图》称铁锤为骨朵，并称其名本为胍肫，谓其形如大腹，似胍而大。人们亦将胍肫读为骨朵，故成其名。书中记载的制品有蒺藜骨朵与蒜头骨朵两种（图 1－2－25），头部都用铁力木制作，分别与带刺的蒺藜、多瓣的蒜头相似，故有其名。从宋军与游牧民族对锤类兵器的名称看，宋军多称锤、椎、槌、鎚，游牧民族多称骨朵。辽军把骨朵作为士兵的基本装备之一⑧，并有多种出土实物。1978 年 8 月，内蒙通辽县二林场辽墓遗址，出土了一件蒜头骨朵，直径 5.5 厘米，高 4.5 厘米，表面分 13 瓣，如蒜头图形，一端有銎，銎内有木柄残迹。因其形体较小，似非军用骨朵，但其形状与军用蒜头骨朵相似[3]。1982 年 8 月，辽

① 《宋史》卷二九〇《狄青传（附张玉）》，《宋史》二八，第 9721～9722 页。
② 《宋史》卷三二五《任福传（附桑怿传）》，《宋史》三十，第 10507 页。
③ 《宋史》卷三二五《任福传（附桑怿传）》，《宋史》三十，第 10510 页。
④ 《金史》卷八六《乌延查剌传》，《金史》六，第 1920 页。
⑤ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第 4911 页。
⑥ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第 4911 页。
⑦ 《宋史》卷三六五《岳飞传（附岳云）》，《宋史》三三，第 11396 页。
⑧ 《辽史》卷三四《兵卫志上·兵制》，《辽史》二，第 397 页。

宁康平县后刘东屯二号辽墓遗址，也出土了一件骨朵，骨朵的头部为球形，外表光圆，内部为圆形空腔，球面上有一个圆形尾銎，銎端外卷，可安木柄，出土时銎内还残存有一段木柄，球与尾銎相接处作铁箍状，全长 10.7 厘米，球径 3.8 厘米，銎长 6.9 厘米，銎径 2 厘米[1]（图 1－2－25）。从其形体较小，銎径较窄的情况分析，大约也不是军用骨朵，但其形状与军用球形铁锤相似。又据《金史》记载可知，金朝仪卫兵使用的骨朵较多，有金饰骨朵、执金镀银骨朵、执金镀银蒜瓣骨朵、广武骨朵、银朵骨朵等①。

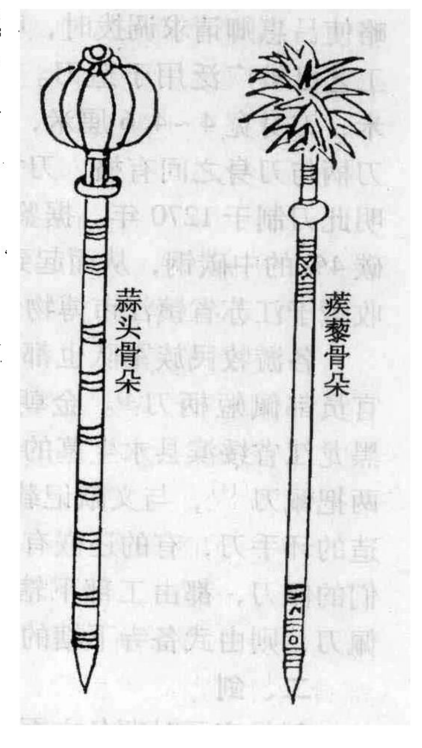


图 1－2－25　宋代的骨朵

4. 挝

挝（zhuā）是一种打击兵器。善于用鞭的将领也常用挝，如宋将王继勋便是。宋朝开国皇帝赵匡胤的侍卫军中，也装备少数挝。北宋建隆元年（960 年）六七月间，赵匡胤率部攻占北汉的泽州（今山西晋城），俘其宰相卫融。因卫融拒绝臣服宋廷，赵匡胤一怒之下，便“命左右以铁挝击其首，流血被面”②。综观宋元时期，使用挝的将领不多，史书记载亦属罕见。

第五节　卫体兵器与防护装具

卫体兵器主要是指随身佩带的短柄刀剑，是长柄格斗兵器的补充。防护装具包括各种盾牌、铠甲和马甲。

一、短柄刀

又称手刀，《武经总要·器图》中载有宋军所用手刀的图形和文字说明，刀体较宽，刃口呈弧形，刀尖微翘，厚脊薄刃，前锐后斜，刀柄较短，上有护手，使用时坚重有力，与汉唐军队所用直身短刀有很大的不同（图 1－2－26）。宋军所用的刀时有创新，北宋庆历元年（1041 年），知并州杨偕遣阳曲县主簿杨丞，向朝廷进献新创之刀，以便在近战中与盾牌配合使用③。熙宁五年（1072 年），蔡挺依据宋神宗所示斩马刀的式样，下令南北作坊制造数万把，发边臣使用。该刀柄长尺余，刃长 3 尺多，柄首有环，制作精致，是

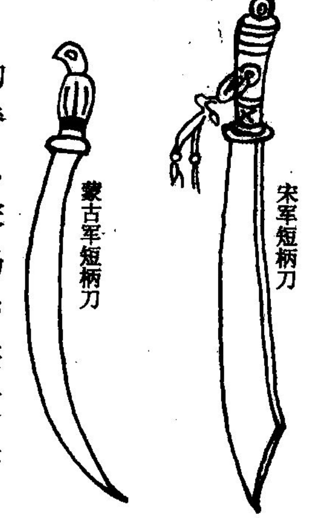
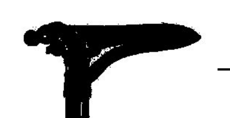


图 1－2－26　宋代短柄刀

① 《金史》卷四一《志第二十二·仪卫上》、卷四二《志第二十三·仪卫下》，《金史》三，第 923、939、941、942、960 页。

② 《续资治通鉴》卷一，太祖建隆元年七月戊申，《续资治通鉴》，第 3 页。

③ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第 4911 页。



专供劈砍敌骑战马的锐利手刀①。由于造刀持续不断，内库贮存甚丰，当鄜延路经略使吕惠卿请求调拨时，朝廷即命内库发给短刃刀55 500把②。到南宋时期，夹钢工艺已被广泛用于造刀。1974年，江苏省丹徒县出土一把夹钢刀，全长83.3厘米，刀身宽4~4.6厘米，脊厚0.5~0.8厘米，茎长19.5厘米。柄末端呈椭环形，刀柄与刀身之间有格，刀脊上錾刻“两淮制置印侍郎③任内咸淳六年造”等字，说明此刀制于1270年。据鉴定，此刀之刃部曾经夹钢，刀之本体为熟铁，夹刃是含碳4%的中碳钢，从而起到刚柔相济的作用，使用时刃口不致崩折或卷刃。该刀现收藏于江苏省镇江市博物馆中。

各游牧民族军队也都使用短刀，有的还随身佩带，称佩刀。西夏军与辽军的官员都佩短柄刀④。金朝官兵都“右佩牌，左佩刀”。黑龙江省绥滨县永生墓的两具遗骸腰部右侧，也遗存有两把佩刀[14]，与文献记载相吻合。元军也使用夹钢法制造的环手刀，有的还嵌有金饰美玉[23]。御用宝刀及官员们的佩刀，都由工部下辖的刀子局制造⑤，士兵使用的佩刀，则由武备寺下辖的有关局和各路的军器局制造。

二、剑

剑是宋元时期各方军队用于防身的基本装备，挂于腰间，用于近战击刺。宋军使用的剑有两种，《武经总要·器图》中载有其图形和文字说明。它们的构造基本相同：剑身较长，中为剑脊，两侧出刃，剑锋呈三角形。剑身后部有短柄，柄上有护手（图1-2-27）。

辽军使用的剑未见具体记载。1982年，辽宁省康平县后刘东屯二号辽墓，出土了一柄铁剑，其柄已残，仅剩4厘米，剑身两侧出直刃，顶端微收成尖锋，长69厘米，剑柄与剑身之间有剑格，与宋剑相比，显得修长[1]。

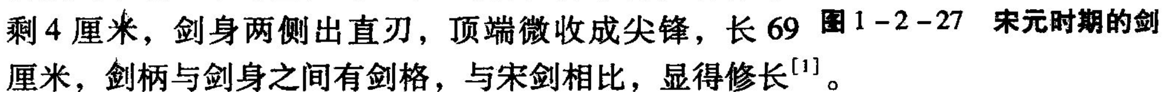


图1-2-27　宋元时期的剑

西夏军中团练使以上的官员都佩挂铁剑⑥，其剑制作精致，锋利异常，被人称为“夏人剑”和“天下第一剑”。宋钦宗赵桓也曾佩带过这种剑作防身利器。据《宋史》记载，汴京失守前夕，钦宗御宣德门，都人喧呼不已，在其旁侧的王伦乘势走到钦宗面前，声称“臣能弹压之，钦宗解所佩夏国剑以赐”⑦。

元军使用的剑，通常剑身较阔，剑柄较长（图1-2-27）。骑兵的佩剑一般较短。

短柄刀剑是宋军使用较多的卫体兵器。北宋仁宗时期的太常丞知泾州尹洙，

① 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4911页。
② 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4916页。
③ 据《宋史·本纪第四十六》记载，印侍郎即是于咸淳六年九月任职的印应雷。
④ 《辽史》卷一一五《二国外纪第四十五·西夏》，《辽史》五，第1523页。
⑤ 《元史》卷九十《志第四十·百官六·刀子局》，《元史》八，第2279页。
⑥ 《辽史》卷一一五《二国外记第四十五·西夏》，《辽史》五，第1524页。
⑦ 《宋史》卷三七一《王伦传》，《宋史》三三，第11522页。

曾在奏折中陈述，宋军因装备的长柄刀枪与射远的弓弩偏多，而短柄刀剑偏少，结果在同敌人短兵相接时，往往束手受害。为此，他建议在宋军中，除装备“马步军弓弩外，更须精学刀剑及铁鞭、短枪之类”的兵器①。宋仁宗采纳了这一建议，改善长短兵器的装备比例，加强士兵对短柄兵器的训练。

三、盾牌

《武经总要·器图》中，记载了宋军使用的步兵旁牌和骑兵旁牌。它们都用坚木制成，牌面上蒙皮革，以增加防护作用。步兵旁牌较长大，上尖下平，中间有几道横档，背面安有戗木，要用它将盾牌支立于地面上，士兵可在其遮挡下进行作战。骑兵旁牌为圆形，面积较小，牌面绘有凶兽等图形，背面有套环，骑兵在作战时将其套在左臂上，用以抵御矢石（图 1－2－28）。

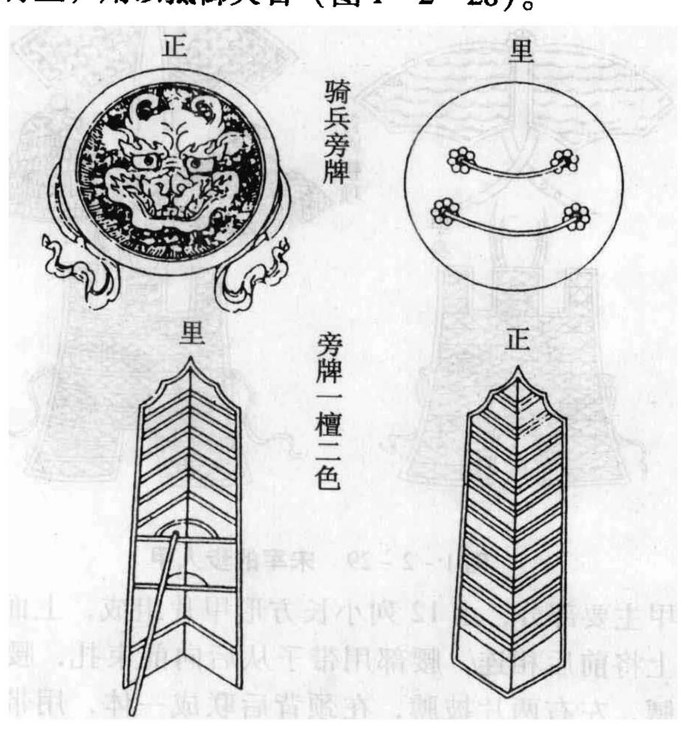


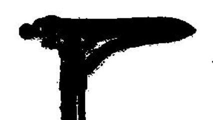
图 1－2－28　宋代的盾牌

除上述制式盾牌外，北宋期间还先后创制了弹性较大的柳木旁牌，防御和进击兼用的神牌，抵御敌军骑兵冲击的拒马皮竹牌，用栾竹穿皮制成的竹盾牌②。

西夏军和元军也创制了几种盾牌。西夏使用的一种盾牌，表面上蒙有毛毡，防御性能较好，可用于野战和攻守城战。北宋宣和末年（1125 年），西夏军以毡盾作掩护，用高层攻城车木鹅梯进攻震武城。兵马监押摄知城事朱昭，虽率全城军民死守，但因众寡悬殊，城被攻破，朱昭杀死全家老少后，中箭而亡③。

元军使用的盾牌有旁牌、团牌、铁团牌等。元世祖忽必烈时期，蒙古军还使用了一种“张则为盾，敛则合而易持”④ 的折叠盾，可惜其形制构造未能流传后世。

① 北宋·尹洙：《河南先生文集》卷二十《奏阅习短兵仗》。
② 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第 4911、4912、4917 页。
③ 《宋史》卷四四六《忠义一·朱昭传》，《宋史》三八，第 13170 页。
④ 《元史》卷二〇二《方伎（工艺附）》，《元史》十五，第 4542～4543 页。



四、铠甲

铠甲是宋元各方军队最主要的防护装具，其形式多样，各有特色。

1. 宋军的铠甲

宋朝建立伊始，就十分重视铠甲的制造。北宋开宝八年（975 年），南北作坊每年要造涂金脊铁甲、素甲、浑铜甲、黑漆皮甲、铁身皮副甲、锁襜兜鍪等铠甲二三万领[①]。之后，又有黑漆顺水山字铁甲、偏挨甲、长齐头甲、短齐头甲等各种铠甲[②]。《武经总要·器图》记载了宋军使用的步人甲等五领铠甲的构造图绘和文字说明，"其制有甲身，上缀披膊，下属吊腿，首则兜鍪、顿项"，其质料有铁、皮、纸三种。书中以步人甲为例，显示出全甲的各个部分（图 1－2－29）。甲身是

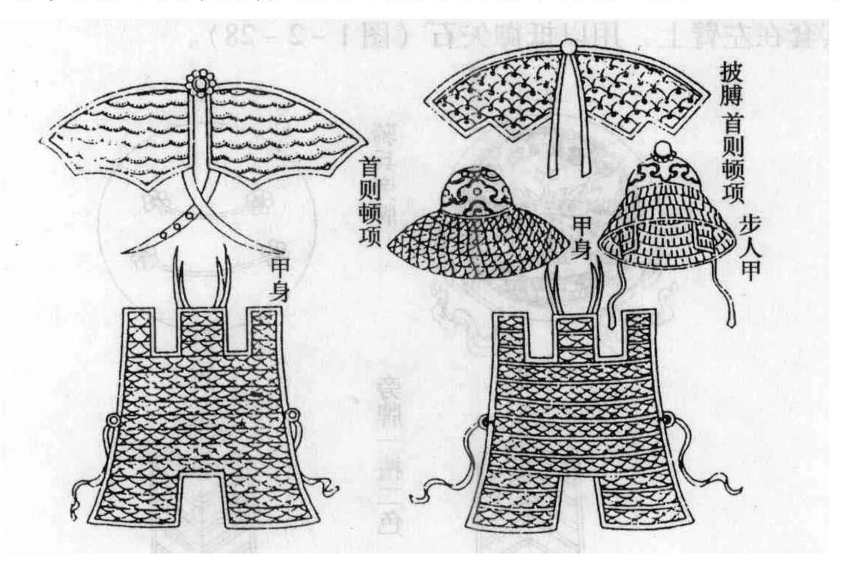


图 1－2－29 宋军的步人甲

一个整片，为全甲主要部分，由 12 列小长方形甲片组成，上面是保护胸和背的部分，用带子从肩上将前后相连，腰部用带子从后向前束扎，腰下垂有左右两片膝裙。甲身上缀披膊，左右两片披膊，在颈背后联成一体，用带子扭结在颈下。兜鍪的形状如同覆盖着的钵，后面垂缀着较长的顿项，顶部散插着三朵漂亮的缨。在其余的四领铠甲中有一领较为华丽，身甲的胸、背部分作山文，腰带以下有裙腿、鹘尾，披膊肩部作虎头形状，虎口里衔着下面披膊的其他部分，在护住腰胸的部位，也都成口露虎牙的虎头形状。如果把河南巩县宋陵前面的石雕擐甲武士像上的兜鍪和铠甲，同《武经总要》所绘的图形相比，两者是相似相符的，说明北宋时的铠甲，基本上是按统一的式样制作的。

南宋绍兴四年，军器所规定全副铠甲的重量为 40～50 斤，用甲片 1 825 叶，同时还规定披膊、裙腿、鹘尾等不同部位的叶片数，以及不同部位叶片的重量[③]。至乾道四年（1168 年），铠甲和叶片的重量减轻，叶片的数量增加，制作精细，质量提高，并按不同兵种区分铠甲的重量，其中枪手的铠甲重 53 斤 8 两至 58 斤 1

① 《文献通考》卷一六一《兵考十三·军器》，《文献通考》（二），第 1403 页。

② 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第 4911、4912、4917、4922 页。

③ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第 4922 页。



两，弓箭手的铠甲重47斤12两至55斤，弩手的铠甲重37斤10两至45斤8两。以枪手的铠甲为例，此时全甲的叶片为3 145～3 782片，几乎是绍兴四年（1134年）的一倍，可见铠甲叶片细密的程度已经大为提高。

南宋的华岳在《翠微北征录》中，对铠甲制造工艺的精粗，尺寸大小是否合体等与铠甲质量优劣密切相关的问题，都作了全面的论述。其中对不同兵种和不同体形的士兵，要披着不同重量和不同叶片数量铠甲的问题，论述得尤其精辟，可以认为是对军器局在南宋乾道四年（1168年）所作规定的诠释。华岳认为，铠甲的制作，应当根据各兵种的不同需要，战术动作的差异，官兵身材的高矮与胖瘦程度的不同而有所区别，如果只拘泥于一种定式，那么所制成的铠甲就不适用，或者被穿着者拆去甲叶，遗弃不收；或者被整段割去，造成浪费。

从不同兵种与不同的战术动作的角度说，步兵的铠甲要比骑兵的长些，弩手的铠甲要比枪手的铠甲宽些。步兵与骑兵的铠甲有四种不同：其一，步兵直身站立，铠甲的腰围需要五吊宽，骑兵铠甲的腰围只要四吊，如用五吊就会顶拄两腋而不便俯仰，下擦两腿而不能转；其二，步兵两脚行走，甲身以右掩为佳，骑兵甲身以左掩为好，否则就会拄定左脚，妨碍跨马踩镫；其三，步兵直立走路，甲身太短就会露出双脚，骑兵蹲坐马背，甲身太长就会缠绕双腿，所以甲裙过膝三寸便可；其四，步兵甲身的腰围与吊腿连成一片，称为“金装”，便于披着；骑兵的甲身则要分成两段，称为“摘吊”，便于摘除和取用。两者铠甲的制式因用途不同而有所差异。同样的道理，弩手的铠甲要比枪牌手、弓箭手、剑斧手、骑兵的铠甲短小些，因为弩手需要身材比一般士兵矮小的人来担任。

从士兵身材胖瘦高矮的角度说，铠甲的制作也不能拘泥于一式，否则胖人披着嫌紧，瘦者披着嫌松；高个子披着露膝露腕，挡不住射来的矢石，矮个子披着垂过脚面，不便迈步；射手披着肥大的铠甲，就难以挽弓射箭；枪剑手披着肥大的铠甲，就会碍手碍脚。为此，华岳建议把铠甲按腰围分作四尺半、四尺、三尺半三等；把甲裙按大小分作十五吊、十三吊、十一吊三等；每一等甲裙又按胖瘦分作三等。这样，胖瘦高矮的官兵，都能选择合体而又便于操作所用兵器的铠甲①。华岳的论述对规范当时铠甲的制作技术和工艺，具有重要的意义。

2. 辽夏金元各军的铠甲

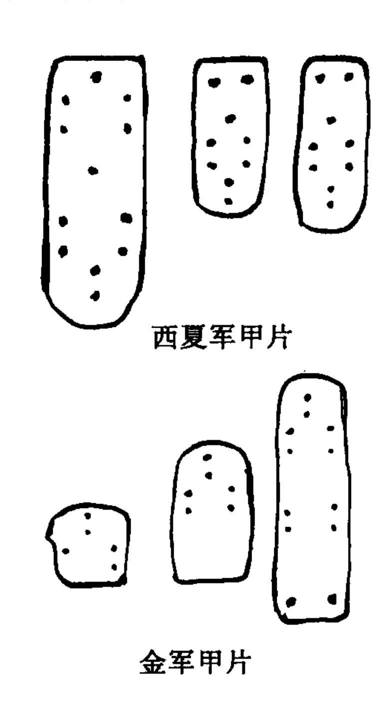


图1－2－30　出土的金军与西夏军甲片
（采自《北方文物》1990年第5期）

辽夏金元军装备的铠甲，以西夏铁甲骑兵“铁鹞子”装备的瘊子甲最为著名，

① 《翠微北征录》卷七《器用小节十有三·甲制》，《中国兵书集成》6，第673～674页。



该甲系用冷锻法制成，非劲弩可入。此外，自1972年起，宁夏回族自治区博物馆，又搜集到八号帝陵出土的一些鎏金甲片，成柳叶形。其中一种长9.9厘米，宽2.1厘米，一端圆，有3对缀孔，另一端平，有两对缀孔（即穿）。另一种长5.8厘米、宽1.8厘米，也有缀孔（图1-2-30）[24]。这类出土的甲片实属少见①。

金军著名的铁甲骑兵"铁浮图"所披着的铠甲也十分坚韧。1980年，黑龙江省阿城市双城村金墓群出土了6枚铁甲片。其中两枚大甲片各长9.6厘米与9.1厘米，一端为圆角，各有12穿。小甲片长4.6厘米，有6穿（图1-2-30）[5]。这些甲片在形制构造上与西夏八号陵墓出土的鎏金甲片相类似，说明金军与西夏军的铠甲片，存在着一定的联系。

元军的铠甲制作很精巧，骑兵多披着网甲（即连环锁子甲），戴铁胄，步兵的铠甲稍差。网甲系用铁丝与铜丝将甲片缀连，将帅的铠甲都有金银饰品。苏联彼得堡宫中藏有蒙古军遗存的铠甲，内层以牛皮为里，外层铁甲片如鱼鳞相连。日本博多也收藏了一些蒙古军所戴的铁胄和皮胄，大致是元军东征日本时的遗物。皮胄坚厚，外涂黑漆，顶上加银铜质护片，中柱可插羽毛，眉庇为铁制，铁胄的形式有多种多样[16]。

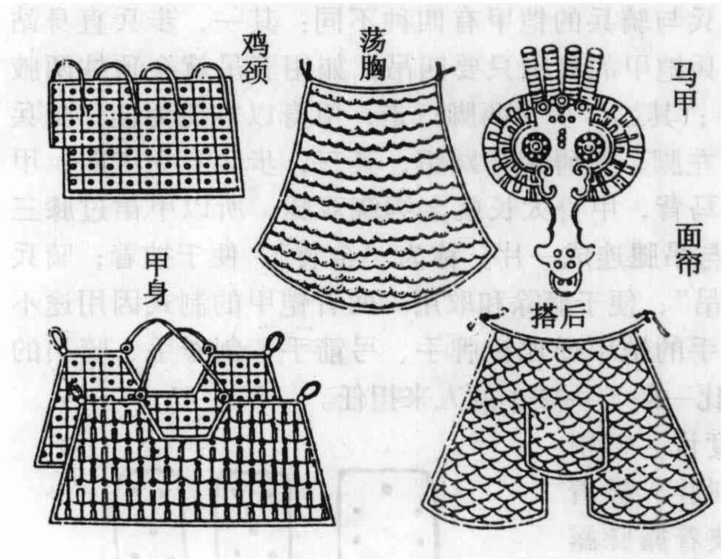


图1-2-31 宋军的马甲

五、马甲

宋军使用的马甲，刊于《武经总要·器图》中，包括面帘、鸡颈、荡胸（应为当胸）、马身甲与搭后五部分（图1-2-31）。战马披裹后，身躯的主要部位都可得到保护。可以说该图是自东晋以来最完整的马甲图。

华岳对马甲各部分的作用与制作工艺，也有较详细的论述。他认为马的全身最易受伤害和最需保护的是头与胸，以往制作的面帘虽系精巧，但在作战中马的鼻梁骨与脑额常被击中而致死，故应在面帘的里面与脑额之间加上一个贴额，以加强防护。华岳指出，宋军战马的马身甲常垂挂至鞍垫下一尺左右，既沉重又缠绊马腿，应当只垂挂到与马腹齐平即可，马腹以下部分则用虎斑布裙防护，既能将射来的敌箭弯折落地，又不妨碍战马奔驰。华岳认为，鸡颈做得太重，就会压抑马颈而使战马低头弯脖；减轻鸡颈，战马就能抬头伸脖，前胸宽松舒坦。华岳还建议在马甲下面加上衬垫，以免战马赤身披甲后磨伤皮肉甚至使皮肉溃烂②。

① 据出土材料与文献对照分析的结果可知，西夏八号帝陵可能是西夏第八代皇帝李遵顼（1211—1226年）的墓葬，见参考文献[23]。

② 《翠微北征录》卷七《器用小节十有三·马甲制》，《中国兵书集成》6，第677~678页。

北方各游牧民族军队也都人披铁铠，马着铁甲，辽的铁林军，西夏的铁鹞子，金的铁浮图，元的重甲骑兵，一概如是，他们常使宋军处于被动地位。

六、装备钢铁兵器的战车

为抵御游牧民族的骑兵，北宋朝廷便大力制造装备钢铁兵器的战车，以求达到以车制骑的目的。北宋咸平四年（1001 年），廷臣吴淑便建议仿古车战之法，制造一种战车，车上置枪，枪锋向外，士卒列于车外，行则为营，止则为阵，敌骑冲突而来时，便以车拒击，敌骑溃退时，便以车追击，北方骑兵驰突之长便可因此而被击破了①。北宋景德初年（1004 年）辽军数万骑攻澶州（今河南濮阳），宋将李德隆命士兵挖壕堑，以大车数十辆环列为阵，步骑兵居中抵御，辽骑不能破，被迫撤退②。此举奏效后，促进了战车的发展，大中小型战车层出不穷。

1. 轻便型战车

轻便型战车易于在战场上机动。《武经总要·器图》刊载有虎车、巷战车（图 1-2-32）和运干粮车。虎车是平板车，两侧各有一根大方木，方木上各绑附一束长枪，枪锋伸出车头外，平板上安有一个虎形车厢，虎口昂张；有 5 支长枪锋从中伸出，全车共有 7 支前伸的枪锋，由一名士兵推进。巷战车是独轮车，车身头部和两侧各有一块挡板；头部挡板比两侧挡板高一倍，上部有 12 个圆孔，下部沿车底板安置 5 支长枪，枪锋前出挡板外，由一名士兵推车冲进。这几种战车便于机动，可以在狭窄的田埂、道路、街巷中推车冲进，同前来劫粮和进攻的敌军搏战。也可在旷野中排成车阵，由众多士兵拥推成百上千辆战车蜂拥而前，冲击敌军的前锋，配合步骑兵进攻。北宋至和二年（1055 年），汾州团练使郭固创制了一种前锐后方的战车，上置 7 枪，为前后二拒，可在平川之地，“临阵以折奔冲，下营以为寨脚”，进呈试验。郭固因此而升为卫尉寺丞③。

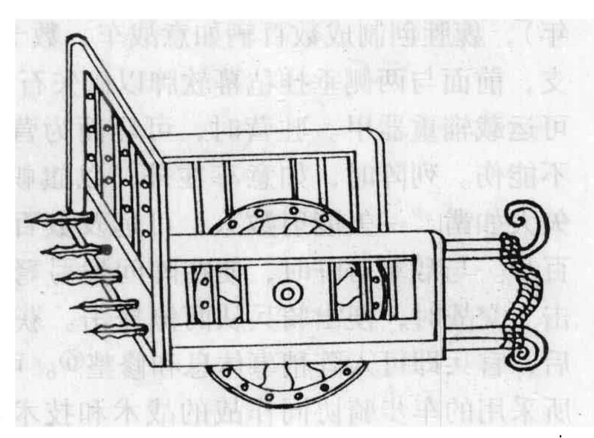


图 1-2-32　宋军的巷战车

2. 中型战车

《武经总要·器图》刊载的中型战车，有一种象车和两种枪车，车身较宽，安有四轮和六轮。象车的车板上安有象形车厢，象口昂张，从中伸出 11 支枪锋，车底板上平行安置 7 支枪锋，共有 18 支枪。

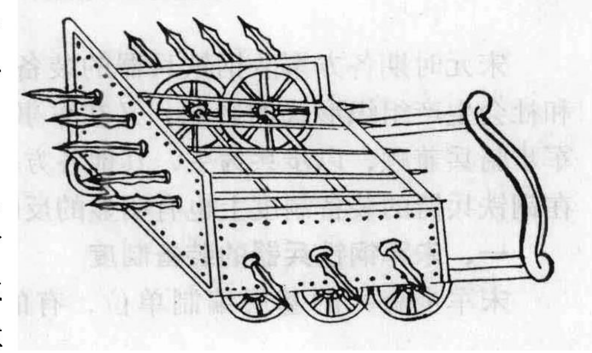


图 1-2-33　宋军的枪车

① 《文献通考》卷一五八《兵考十·车战》，《文献通考》（一），第 1378 页。
② 《文献通考》卷一五八《兵考十·车战》，《文献通考》（一），第 1378 页。
③ 《文献通考》卷一五八《兵考十·车战》，《文献通考》（一），第 1378 页。



两种枪车的前面都有较高的挡板，两侧都有厢板，其中一种枪车有5支枪锋前伸，两侧分别有3支和4支枪锋伸出（图1-2-33）。另一种枪车有5支枪锋前伸。这3种战车主要是在野战中排成车阵，冲击敌军的前阵，配合步骑兵进攻。

3. 大型和特种战车

宋军创制的大型战车较多。南宋建炎元年（1127年），枢密院将官刘浩在河北创制了一种战车，车前有左右冲角，车后有拒器，全车共编100名士兵①。同年，宗泽创制了一种战车，编有11名车夫，44名战兵②。当年，李纲也创制了一种战车，车前竖立两杆，上挂皮帘，以御矢石，下安铁裙，以卫人足，两旁有铁索，便于多车并联为营；作战时，4人推车而行，1人登车发矢，20人执兵器作战，共编有25名战士③。此外，北宋皇祐元年（1049年），知澧州供备库副使宋守信创制了冲阵剑轮无敌车、砦脚车④。皇祐四年，郭谘创制了独辕冲阵无敌流星弩车，经略使夏安期经过试用后，认为适用于作战，便奏请朝廷编制了独猿弩军⑤。这些弩车仅见于简略的文字记载，没有图绘说明，故其形制构造难以确知。

特种战车当数南宋抗金名将魏胜创造的弩车与砲车。南宋兴隆元年（1163年），魏胜创制成数百辆如意战车，数十辆砲车，弩车上安兽面木牌，备大枪数十支，前面与两侧垂挂毡幕软牌以御矢石。每车用2人推毂，可蔽50余人。行军时，可运载辎重器甲。驻营时，可环而为营，如同有足之城，敌军骑兵不能近，箭镞不能伤。列阵时，如意车在外，以旗帜作为屏障，弩车当阵门，其上安床子弩，矢大如凿，一矢能射数人，可远及数百步。砲车在阵中，施火石砲，可远抛至二百步。与敌军对阵时，便在阵间发弓弩箭砲。近阵门时，刀、斧、枪手便出而突击。交战时，便出骑兵从两侧掩击。获胜时，即拔阵起营，实施追击。敌骑败退后，官兵即可入阵稍事休息和修整⑥。可见这是一种进可攻，退可守的战车。魏胜所采用的车步骑协同作战的战术和技术，也是中国古代军事技术史上的独创。魏胜所创战车的样式上奏朝廷后，朝廷下令诸军按其式样，广为制造，颁发使用。

第六节 钢铁兵器的装备制度

宋元时期各方军队钢铁兵器的装备制度各不相同，他们既受本民族历史传统和社会生产组织形式的影响，又在军事技术创新成果的推动下产生新的变化。宋军步骑兵兼顾，以步兵为主，其他各方军队以骑兵为主，以步兵为辅的编制特点，在钢铁兵器的装备制度上也有明显的反映。

一、宋军钢铁兵器的装备制度

宋军步骑兵的基层编制单位，有的采用各种冷兵器混合的装备方式，称为

① 《文献通考》卷一五八《兵考十·车战》，《文献通考》（一），第1378页。
② 《文献通考》卷一五八《兵考十·车战》，《文献通考》（一），第1378页。
③ 《文献通考》卷一五八《兵考十·车战》，《文献通考》（一），第1378页。
④ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4912页。
⑤ 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4912页。
⑥ 《宋史》卷三六八《魏胜传》，《宋史》三三，第11460页。



“花队”；有的采用单一冷兵器的装备方式，称为“纯队”。两者各有特点，所以能长期并存。

宋军由禁军、厢军、乡兵、土兵等部分组成，其任务和编制各不相同，装备也不一样。禁军的编制装备比较完善和精良，基本上采用花队编制法。南宋绍熙元年（1190年），朝廷规定禁军“二分习弓，六分习弩，二分习枪、牌”①。《武经总要》所记军队的阵法训练是“刀盾为前行，持稍在次之，弓箭为后行”②。

宋军采用纯队编制的部队也不少。如北宋朝廷内班直军中的骨子朵直、御龙弓箭直、御龙弩直等。殿前步军司中的鞭箭队，侍卫步军司中的静戎弩手、平塞弩手、宜毅床子弩砲手、澄海弩手以及铁林军等。南宋抗金名将韩世忠也采用纯队的编制方法，将每50人编成的队兵，装备单一的兵器，分别称为枪队、弓队、弩队等。作战时，将这些单一的队兵混合布阵，协同作战。南宋抗金名将吴璘则采用梯次布列的“叠阵”战法抗击金军。布阵时：

> 长枪居前，坐不得起，次最强弩，次强弩，跪膝以俟；次神臂弓③。

当敌军进至一百步内时，神臂弓先发，至七十步远时，强弓并发。最后以枪手同敌搏击。骑兵则从两翼夹击，以夺取胜利④。南宋绍兴元年（1131年）九月，吴璘率部在秦州（今甘肃天水）东北之剡家湾，采用叠阵战法大败金军⑤。

花队与纯队的编制虽各有千秋，但南宋将领出于对北方骑兵作战特点的考虑而偏重于纯队。从实战效果看，纯队的编制便于相对集中射远、刺扎、劈砍兵器，由远及近分批次地杀伤敌骑，最后近战拼搏，既能发挥纯队相对集中杀敌的作用，又能在作战全过程中收到综合杀敌的效果。

南宋中兴名将韩世忠、岳飞、吴玠、吴璘等，还在抗金作战中创编了特殊的亲随部队——背嵬军⑥。背嵬军由韩世忠首创，装备长柄斧和麻扎刀。据孙觌《韩世忠墓志铭》称，韩世忠在抗金作战中于建康（今南京）招募一批士兵：

> 敢死之士为一军，教以击刺战射之法，号背嵬……履锋镝，蹈水火，无不一当百。

在大仪镇（今江苏扬州西北）之战中，背嵬军各持长斧，“上椹其胸，下捎马足，百遇百克，人马具毙”，大败金军⑦。南宋绍兴十年（1140年）七月，金兀术率13万步骑兵进攻颖昌（今河南许昌），宋将都统制王贵与岳云，率背嵬军与其他各军协同作战，大获全胜，金兀术逃遁而去⑧。从岳家军在郾城和颖昌之战中可知，岳飞部下的背嵬军，是一支装备长柄斧和麻扎刀的特种军队。

---

① 《宋史》卷一九五《兵九·训练之制》，《宋史》十四，第4870~4871页。

② 《武经总要》前集卷二《教例第二》，《武经总要》前集一卷二，第4页。

③ 《宋史》卷三六六《吴璘传》，《宋史》三三，第11390页。

④ 《宋史》卷三六六《吴璘传》，《宋史》三三，第11390页。

⑤ 《宋史》卷三六六《吴璘传》，《宋史》三三，第11396页。

⑥ 背嵬军：背嵬原为西夏语骁勇之音译。沈括在《梦溪笔读》卷五《边兵凯歌》中，有“旗队浑如锦绣堆，银装背嵬打回回”之诗句。

⑦ 《三朝北盟会编》卷二七八《炎兴下帙一百十八》，绍兴二十一年八月四日引《韩世忠墓志铭》，《三朝北盟会编》下册，第1569页。

⑧ 《宋史》卷三六五《岳飞传（附岳云）》，《宋史》三三，第11390、11396页。



二、辽夏金元各军钢铁兵器的装备制度

北方各少数民族，大多采用军事、行政、生产三位一体的组织形式，以弓马骑射见长，其军队基层的编制装备也反映了这一点。

契丹族在建辽后实行全民皆兵制度，规定：

> 民年十五以上，五十以下，隶兵籍。（各部族军队）多者三千，少者千余……每正军一名马三匹，打草谷、守营铺家丁各一人，人铁甲九事，马鞯辔，马甲，铁皮视其力；弓四、箭四百；长短枪、骨朵、斧钺、小旗、槌椎；火刀石、马盂、粆一斗、粆袋、搭毡伞各一、縻马绳二百尺，皆自备①。

他们由10人或5人编为一小队。作战时，常集百队至数百队出征。此外，还编有装备弩和砲的"弩手军"和"砲手军"②。

西夏军队又有另一种编制装备法，其法是：

> 男年登十五为丁，率二丁取正军一人……凡正军给长生马、驼各一。团练使以上，帐一、弓一、箭五百、马一、橐驼五、旗、鼓、枪、剑、棍棓、粆袋、披毡、浑脱、背索、锹镢、斤斧、箭牌、铁爪篱各一。刺史以上，无帐无旗，人各橐驼一、箭三百，幕梁一。兵三人同一幕梁。幕梁，织毛为幕，而以木架。有砲手二百人，号"泼喜陡"，立旋风砲于橐驼鞍，纵石如拳③。

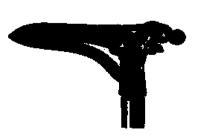
作战时，"先出铁骑突阵，阵乱则冲击之"，步兵挟骑以进，夺取全胜④。

金军初无定额兵制，壮者皆兵，战时出征，以"谋克"为百夫长，"猛安"为千夫长，"谋克"下统什长、伍长。金收国二年（1116年），金太祖"始命以三百户为谋克，谋克十为猛安"⑤。之后，谋克和猛安统领的户数多有变化，最少时以二十五户为一谋克，四谋克为一猛安。装备的兵器有弩、枪、剑、棍棒、刀、斧、骨朵、盾牌等。这些兵器，不但在有关金军的文献中有所记载，而且在一些地方的出土实物中也多有所见。金军为了充分利用重型兵器弩和砲的杀伤和摧毁作用，还编有装备弩和砲的弩手军、砲手军。

蒙古人在进入中原前，实行十进制的部落组织制度，部落成员必须隶属于一定的十户（牌头）、百户、千户、万户。男子十五岁以上七十岁以下都得当兵。入主中原后，按民族和地域，分别编制蒙古军、汉军、女真军、契丹军、高丽军、探马赤军、新附军等。同时又在主力部队中，按装备兵器编制砲军、弩军、水手军等。他们都实行世袭军户制度，按十进制编成千户所和万户府，各分上、中、下三等，人数并不整齐划一。其中上、中、下千户所，各管军七百户以上，五百至七百户，三百至五百户；上、中、下万户府，各管军七千户以上，五千至七千户，三千至五千户。遇有战事，由统帅领各路人马出征。蒙军装备的兵器有：射远兵器马克打弓、卡蛮弓、顽羊角弓、神臂弓等轻型弩；投掷兵器欺胡大和巴尔恰长柄标枪、短柄标枪；卫体兵器带环短刀、阔形剑、锚斧；防护装具旁牌、团

---

① 《辽史》卷三四《志策四·兵卫志上·兵制》，《辽史》二，第397页。
② 《辽史》卷三四《志策四·兵卫志上·兵制》，《辽史》二，第397页。
③ 《宋史》卷四八六《外国二·夏国下》，《宋史》四十，第14028~14029页。
④ 《宋史》卷四八六《外国二·夏国下》，《宋史》四十，第14028~14029页。
⑤ 《金史》卷四四《志第二十五·兵·兵志》，《金史》三，第992~993页。



牌、铁团牌，以及折叠盾等。

三、铁甲骑兵

宋元时期各方精良铁甲的大量制造和使用，为重装铁甲骑兵的发展创造了条件，著称于史的“铁鹞子”、“铁浮图”、“铁林军”等铁甲骑兵的战斗力，得到了空前的提高，超过了以往的任何骑兵。

1. 铁鹞子

历史上最早将铁鹞子作为铁甲骑兵建制名称的是契丹人。据《辽史》记载，在辽太宗耶律德光的心腹部队中，就有“左铁鹞子军详稳司、右铁鹞子军详稳司”①。契丹统军副使高模翰，曾于辽太宗天显十一年至会同九年（937—946年）兼总左右铁鹞子军②。辽将萧阳阿也曾担任过铁鹞子详稳③。契丹会同八年（945年）三月，契丹军进攻后晋军时，其统帅“命铁鹞子四面下马，拔鹿角而入，奋短兵以击晋军”。胡三省对此作注称：

契丹军谓精骑为铁鹞，谓其身被铁甲，而驰突轻疾，如鹞之搏击鸟雀也。

作战中，后晋军乘铁鹞子下马，“仓皇不能复上，皆委弃马及铠仗蔽地”④之机，将其击败。

由于西夏在李继迁至元昊时期深受契丹的影响，李继迁本人曾担任过辽朝的“夏州管内蕃落使”，所以铁鹞子之名便被移用于西夏的铁甲骑兵。北宋政和三年（1113年），秦凤路经略使何常在奏折中，曾对西夏军的步兵“步跋子”与铁甲骑兵“铁鹞子”的作战特点，作了比较详细的陈述：

山间部落（聚居于横山地区的党项族部落）谓之“步跋子”者，上下山坡，出入溪涧，最能踰高超远，轻足善走。有平夏（聚居于夏州的党项族部部）骑兵谓之“铁鹞子”者，百里而走，千里而期，最能倏往忽来，若电击云飞。每于平原驰骋之处遇敌，则多用铁鹞子以为冲冒奔突之兵；山谷深险之处遇敌，则多用步跋子以为击刺掩袭之用⑤。

可见两者都具有较强的攻击力。北宋元丰五年（1082年）九月，西夏军号称30万进围永乐城（今银川城），以铁鹞子、步跋子实施猛攻。宋军守将徐禧，既不听部将在西夏军立阵未稳而攻之的建议，又不采纳部将利用“铁鹞子”济水半渡而击的进言，结果在“铁鹞子”的急剧冲突下，城垣被攻破，守军死伤惨重⑥。

《辽史·西夏》关于西夏铁骑“用钩索绞联，虽死马上不落”⑦的记载，往往使人误解为铁索将几匹铁骑互相钩连成连环马，其实是指用铁索将骑士固连于马上而不使跌落的意思。从战术动作上说，若将几匹战马连接，势必互相牵制，动弹不得，无法冲突击刺。何常针对西夏铁鹞子的特点，提出了用斩马刀破铁鹞子

---

① 《辽史》卷四六《百官志二·北面军官》，《辽史》三，第740页。

② 《辽史》卷七六《高模翰传》，《辽史》五，第1249页。

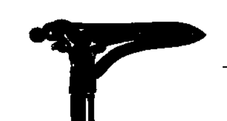
③ 《辽史》卷八二《萧阳阿传》，《辽史》五，第1293页。

④ 宋·司马光编著，元·胡三省音注：《资治通鉴》卷二八四《后晋纪五》，后晋开运二年（945年）三月癸亥，上海古籍出版社，1989年版，影印本《资治通鉴》下册，第1978页。以下引此书时均同此版本。

⑤ 《宋史》卷一九〇《兵四（乡兵一）》，《宋史》十四，第4720~4721页。

⑥ 《续资治通鉴》卷七七《宋纪七十七》，元丰五年九月丁亥，《续资治通鉴》，第398页。

⑦ 《辽史》卷一一五《外纪·西夏》，《辽史》五，第1524页。



的战术，被许多统兵将领所采用。南宋中兴名将正是采用这种战术，大破金军类似西夏“铁鹞子”的铁甲骑兵“铁浮图”。

2. 铁浮图

同辽、夏的铁鹞子相比，女真人的铁浮图堪称后起之秀，其战斗力也超过前者，金兀术直接指挥的“铁浮图”更是如此。金军的铁甲骑兵也曾被人称为“铁鹞子”。据《三朝北盟会编》记载，应天帅胡直孺以东道总管的身份率领10 000宋军勤王时，在襄邑遇金军“铁鹞子百余骑，一万之众，不战而溃”①。南宋时期，人们又称金军的铁鹞子为铁浮图。《宋史·刘锜传》对南宋绍兴十年（金天眷三年，1140年）六月初，完颜宗弼（兀术）前来进攻宋军时的军阵作了描述：

（完颜宗弼身）被白袍，乘甲马，以牙兵三千督战，兵皆重铠甲，号“铁浮图”，戴铁牟，周匝缀长簷。……敌又以铁骑分左右翼，号“拐子马”，皆以女真为之，号“常胜军”，专以攻坚，战酣然后用之②。

上述记载，常使人把铁浮图与拐子马误认为是一回事。其实不然，铁浮图是对金军铁甲骑兵的赞誉之称，或是对其威武雄壮军威之比喻，而拐子马则是以铁浮图编成的战阵或作战队形之称呼。邓广铭先生和汤开建先生对两者的区别，曾进行过严密的考证[25]。拐子马战阵并非自完颜宗弼始，北宋前期宋军已有使用。曾公亮在《武经总要·前集·阵法总说》中也有阐述：东西拐子马阵系大阵（即中军阵）之左右翼阵，多用于西北地区，由精选的骑兵编成。这种阵法是针对游牧民族骑兵作战的特点而编练的。以弓马骑射见长的游牧民族骑兵，在与宋军作战时，往往采用集中精锐骑兵，猛攻宋军中军阵的战法实施突击。为打破这种战法，宋军便在中军阵的两翼，配置精锐骑兵，以为翼卫和反击之用，故称其为拐子马阵。拐子马阵兵力的多少，视中军阵的大小而编配，经常是在战场上因敌、因地而挑选精壮骑兵编成的，是北宋“以骑制骑”战术和技术思想的产物和反映③。金军的拐子马阵，是由骑术高强的士兵披着铁甲，跨骑披着铁马甲的精壮战马编成的，其战斗力与冲击力远在宋军拐子马阵之上，是金军实施突击和攻坚的主力部队。南宋中兴名将为打破金军拐子马阵的战法，创编了背嵬军，创造了以长柄斧、麻扎刀、斩马刀、提刀劈砍马腿的战法，终于使铁浮图在宋军阵前纷纷倒下。由此可见，宋军的背嵬军和劈砍战术，是金军拐子马及其强攻战术的克星。

3. 铁林军

契丹人的铁甲骑兵，除铁鹞子编制外，还有铁林军的编制，也是辽太宗30万心腹部队之一，在《辽史·百官志二》中，铁林军详稳司是与左铁鹞子军详稳司、右铁鹞子军详稳司并列的一支铁甲骑兵④。又据《辽史·萧阳阿传》记载：萧阳阿

① 《三朝北盟会编》卷七二《靖康中帙四十七》，靖康元年十二月十六日引《别录》，《三朝北盟会编》上册，第546页。

② 《宋史》卷三六六《刘锜传》，《宋史》三三，第11403～11404页。

③ 《武经总要》前集卷七《制度七·本朝常阵制·东西拐子马阵》，《武经总要》前集三卷七，第23页。

④ 《辽史》卷四六《百官志二·北面军官》，《辽史》三，第740页。



“年十九，为本班郎君，历铁林、铁鹞、大鹰三军详稳”①。北宋至道元年（995年）四月，契丹步骑兵进犯雄州（今河北雄县），知州何承矩将其击败，斩杀契丹铁林大将一人②。这些记载都说明铁林军与左、右铁鹞子军，都是契丹成建制铁甲骑兵。

西夏军也有铁林军之名称，不过它不是自成建制的铁甲骑兵，而是铁鹞子军的别称，与契丹铁林军的含义并不完全一致。

北宋朝廷也有名为铁林的铁甲骑兵建制。如宋太宗于北宋太平兴国四年（979年）九月，至“新城观铁林军人射强弩”③；于北宋雍熙四年（987年）五月，将上铁林改为殿前司、将铁林改为侍卫司④。他们只是一般的铁甲骑兵，并无特殊的含意⑤。宋廷虽然也曾针对北方骑兵作战的特点，推行一些发展战马和骑兵的政策，以期达到以骑制骑的目的，但除了岳家军、韩世忠等抗金名将，组建了具有很强战斗力的铁甲骑兵外，其余的铁甲骑兵都不理想。

为了在战争中立于不败之地，当时各方的统兵将领和军事技术人员，都力求充分利用本民族和本地区人力、物力的优势，发挥自己的聪明才智，创造克敌制胜的利器，创造新的战术和战法，以求战胜自己的对手。故西夏的晋王察哥，提醒夏崇宗不要只依赖铁鹞子与步跋子之长，而要改变弓弱矢短 、技射不精之短，才能无敌于天下。南宋将领吴璘，深刻总结了宋金两军之优劣，认为：

> 金人有四长，我有四短，当反我之短，制彼之长。四长曰骑兵、曰坚忍、曰重甲、曰弓矢。吾集蕃汉所长，兼收而并用之，以分队制其骑兵；以番休迭战（轮番作战）制其坚忍；制其重甲，则劲弓强弩；制其弓矢，则以远克近，以强制弱。布阵之法，则以步军为阵心、左右翼，以马军为左右肋，拒马布两肋之间；至帖拔增损之不同，则系呼临机⑥。

正是在这种破敌之长，补己之短；扬己之优，攻敌之劣的思想指导下，各方的兵器制造与使用技术，呈现出你追我赶，相克相生，相反相成的局面。在战争的竞技场上争强斗胜，把宋元时期的钢铁兵器技术推进到一个新的发展阶段。

更为重要的是，刻意创新的军事技术人员和统兵将领们，在发展钢铁兵器的同时，又把目光投向新兴的火器制造与使用技术，从而使宋代军事技术的发展，具有承前启后的特点。它既使以冷兵器为主体的军事技术日臻完善，又开创了火器与冷兵器并用的军事技术的新时代，并使之日新月异。

---

① 《辽史》卷八二《萧阳阿传》，《辽史》五，第1293页。

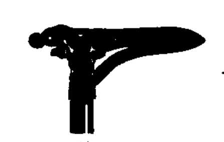
② 《宋史》卷五《本纪第五·太宗二》，《宋史》一，第97页。

③ 《宋史》卷四《本纪第四·太宗一》，《宋史》一，第63页。

④ 《宋史》卷五《本纪第五·太宗二》，《宋史》一，第97页。

⑤ 铁林军之名在唐末五代时屡有所见，如《旧五代史》之《安元信传》、《刘彦琮传》、《袁建丰传》、《李建崇传》中，都有所记载，他们大多也是一般铁甲骑兵建制的番号罢了。

⑥ 《宋史》卷三六六《吴璘传》，《宋史》三三，第11420页。



第三章
火药的发明与火器的创制

我国古代火药至迟在唐宪宗元和三年（808年）已经发明，其后不久，初级火器的制造与使用技术便于北宋初宣告诞生。宋代的初级火器，包括宋朝的火器研制者与统兵将领创制的火药箭、火毬、长竹竿火枪、突火枪以及金军使用的铁壳火毬“铁火砲”、飞火枪。元代的火器研制者与统兵将领则把宋代的竹制管形射击火器“火枪”发展为金属管形射击火器“火铳”。这些火器都是在火药发明的基础上创制成功的，而火药的发明又是以我们的祖先对硝石、硫黄的产地和各种特性的认识与研究为前提的。我国古代对硝石、硫黄的认识和利用，都可上推到先秦时期。

第一节　火药发明的前提

我国唐代发明的火药是由硝石、硫黄与含碳物质的粉末，经过人工均匀拌和而成的混合火药。与依靠空气中氧气才能进行燃烧的物料不同，火药是由硝石释放氧气完成燃烧过程的自供氧燃烧体系。历史证明，火药不是某个天才人物灵机一动的产物，而是我国古代劳动人民、药物学家、炼丹家、军事技术家，在长期生产活动与科学实践活动的过程中，反复试验成功的，又是随着社会生产力的发展与科学技术水平的日益提高而不断得到改进的。

一、对硝石与硫黄产地的分布及其存在形态的认识

硝石，即现代化学上所说经过人工提炼的硝酸钾（KNO_3），是一种钾盐。由于它是配制火药的原料，所以又被称为焰硝或火硝。它呈白色结晶粉末，加热至335 ℃时融熔成油膏状。加热至400 ℃时开始分解，并释放出氧气，在黑色火药中扮演氧化剂的角色。在采用人工提炼方法以前，成天然分布状态。天然硝石是一种矿物质，存在于含钾、钠、镁的土壤中，当有足够的空气和水分时，由含氮的有机物分解而成，通常同钠盐（$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$）、镁盐（$MgSO_4 \cdot 7H_2O$）等盐类物质共同存在。由于它们都易溶于水，所以在中国古代相当长的时期内，都把它们称作“消石”①。古代人们常从含有天然硝石的土壤中，用水沥滤、蒸发和结晶等方法，提炼质地较纯的硝石。

在我国，天然硝石多产于云南大部、贵州中西部、四川、陕西、甘肃、青海、山西、河北、河南、内蒙古等省区。这些产地逐步被我们的祖先所了解。据说早在公元前6世纪有个名叫计然的人曾说:“消石，出陇道”②。梁代的陶弘景（456—

① 本书稿在引用原文献时也写成“消石”，在论述时写作“硝”或“硝石”。

② 北宋·李昉等撰:《太平御览》卷九八八《药石部五·石药下·消石》引《范子计然》，河北教育出版社，1994年版，校点本《太平御览》八，第842页。以下引此书时均同此版本。也有人说《范子计然》是秦汉时人托名春秋时计然所写。即使如此，也说明秦汉时人们对硝石的产地已有了认识。



536年）在其所辑纂的《名医别录》中，对朴硝（Na_2SO_4）和硝石的产地，有两条记载：

朴消，生益州山谷有咸水之阳，采无时①。

消石，生益州山谷及武都（今甘肃武都）、陇西（今甘肃临洮）、西羌，采无时②。

唐显庆四年（659年），由苏敬等人编撰的我国第一部官修药典《新修本草》，对朴硝、硝石、芒硝的产地，有如下记载：

朴消，今出益州汶山郡（今四川北部茂汶羌族自治县）西川、蚕陵二县界。生山崖上，色多青白，亦杂黑斑。

消石，陇西属秦州（今甘肃天水市），在长安西羌中。今宕昌（今甘肃宕昌）以北诸山有咸土处皆有之。

芒消，旧出宁州（今云南陆良县附近之同乐），黄白粒大，味极辛苦③（图1-3-1）。

上述记载中所说的益州，在汉晋时期的辖境十分广阔，约当今四川折多山、云南怒山与哀牢山以东，甘肃武都、两当，陕西秦岭以南，湖北郧县、保康西北，贵州除东边以外地区。据近代的地质考察，上述地区中确有不少地方，如四川江油市，就发现多处被开采过的硝矿。

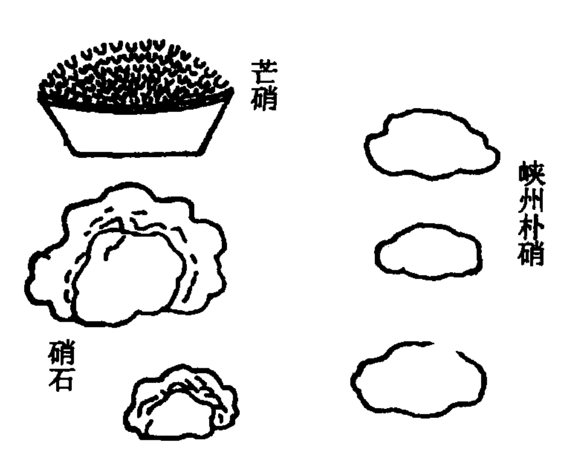


图1-3-1 《图经本草》所附朴硝，硝石、芒硝图

硫黄，又称“石流黄”。同硝石一样，也是配制火药的主要原料之一，在火药燃烧过程中扮演着还原剂的角色，是火药能够爆炸的重要因素。中国古代所用的硫黄有两种：一种是在焙烧黄铁矿制造皂矾的同时，由焙烧窑上部烟道中冷凝出来的人工硫黄，称为“矾石液”；另一种是火山周围的天然硫，以及膏盐层中的石膏由硫细菌作用还原出来的单质硫，这类硫黄呈块状，被称做石硫黄。最重要的硫化物矿是黄铁矿（FeS_2），其次是黄铜矿（$CuFeS_2$）、方铅矿（PbS）和闪锌矿（ZnS）。硫酸盐矿以石膏（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$）和芒硝（$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$）为最丰富。硫黄呈黄绿色晶状固体，表面不平整，微呈不同色泽的层状体，质地较酥而重，轻击便碎，断面颜色更加鲜艳，有明显的气味。熔点112.8 ℃和119 ℃，沸点444.674 ℃。古代人们常将硫块捣碎，用除杂质、煮熔、煎熬等方法，提取质地较纯的硫黄。

---

① 转引自明·李时珍撰：《本草纲目》卷十一《石五·朴消》，上海古籍出版社，1993年版，影印本《四部精要》13，第585页。

② 转引自明·李时珍撰：《本草纲目》卷十一《石五·消石》，上海古籍出版社，1993年版，影印本《四部精要》13，第587页。以下引此书时均同此版本。

③ 唐·苏敬等撰，尚志均辑校：《新修本草》，安徽科学技术出版社，1981年版，《新修本草》第94～97页。又见《四部精要》13，第587页，《本草纲目》卷十一《石五·消石》。



在我国古代本草学家和医学家的著作中，曾提到硫黄的许多产地，仅李时珍在《本草纲目》所征引的文献中就有不少。

《名医别录》说："石硫黄生东海牧羊山谷中，及太山（泰山），河西山，矾石液也。"①

陶弘景《本草经集注》说：（石硫黄在）"东海郡属北徐州（今山东临沂一带），而箕山（今河南登封东南）亦有。今第一出湖南林邑，色如鹅子初出壳者，名昆仑黄（硫黄之别名）。次出外国。从蜀中来［者］，色深而煌煌。此云矾石液。"②

苏颂《图经本草》说：石硫黄"唯出南海诸番，岭外州郡或有而不甚佳。鹅黄（色）者名昆仑，赤色者名石亭脂，青色者名冬结石，半白半黑者名神惊石，并不堪入药。又有一种水硫黄，出广南及资州（今四川资中、荣县一带）溪涧水中流出，以茅收取熬出，号真珠黄，气腥臭。止入疮药。亦可煎炼成汁，以模锊作器，亦如鹅子黄色（图1－3－2）。③

《魏书》云：悦般国（系指今新疆西北部博乐、伊宁一带）有火山，山旁（石）皆焦熔，流数十里乃凝坚，即石硫黄也。④

张华《博物志》云：石硫黄出且弥山，去高昌（在今乌鲁木齐东，一说在今吐鲁番东都护城遗址）八百里，有山高数十丈，昼则孔中状如烟，夜则如灯光。⑤

我国蕴藏丰富、分布广泛的硝石和硫黄，为火药的发明提供了重要的物质条件。随着硝石和硫黄的产地不断被发现，本草学家、医学家、炼丹家对它们特性的认识也逐步加深，成为火药发明的前奏。

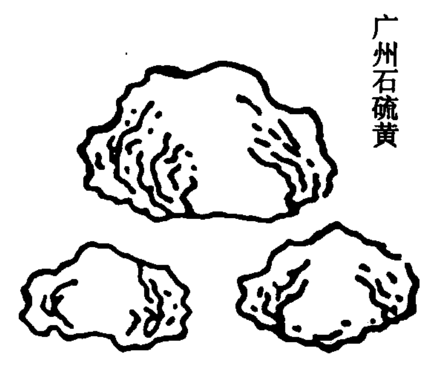


图1－3－2　《图经本草》所附石硫黄图

二、对硝石与硫黄药物特性的认识与研究

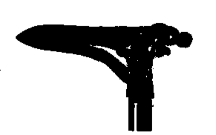
硝石用于治疗疾病的最早记载，当数1973年底在湖南长沙马王堆三号汉墓出土的一批帛书医方，其中有治疗52种病症的270多个古医方，原书无名。马王堆汉墓帛书整理小组暂定其名为《五十二病方》。内"诸伤"症之二十二方为：

稍（硝）石直（置）温汤中，以洒痛。[26]

据有关专家考证，此帛书医方问世于《黄帝内经》成书之前的战国年间，抄录于秦汉之际。

稍后，《史记·扁鹊仓公列传》也记载了一则淳于意用硝石治病的医案。淳于意，齐临菑（今山东临淄）人，曾任齐太仓长之职，故人称太仓公或仓公。生于

① 《本草纲目》卷十一《石五·石硫黄》，《四部精要》13，第590页。
② 《本草纲目》卷十一《石五·石硫黄》，《四部精要》13，第590页。
③ 《本草纲目》卷十一《石五·石硫黄》，《四部精要》13，第590页。
④ 《本草纲目》卷十一《石五·石硫黄》，《四部精要》13，第590页。
⑤ 《本草纲目》卷十一《石五·石硫黄》，《四部精要》13，第590页。



秦始皇三十二年（公元前215年），卒年不详。据书中记载的一则医案称：

> 菑川王美人怀子而不乳，来召臣意。臣意往，饮以莨菪（宕）药一撮，以酒饮之，旋乳。臣意复诊其脉，而脉燥。燥者有余病，即饮以消石一齐（剂），出血，血如豆五六枚①。

王美人的产后余病终被治愈。

西汉学者刘向在《列仙传》中，也提到了硝石在早期炼丹术中的应用："赤斧者，巴戎人也，为碧鸡祠主簿，能作水䥧（汞）。炼丹，与消石服之，三十年，返如童子。"②

东汉前期有人托名"神农"，编成我国第一部药物典籍《神农本草经》③。书中记载了365种药物，分为三类。无毒的列为上品，称作君，有120种，主养命，可久服。一些无毒或毒性较小的列为中品，有120种，主养性，多有补养和攻治疾病之效。毒性较大的列为下品，称佐使，有125种，主治病，不可久服，多为除寒热、破积聚的药物。按这种分类方法，硝石被列为上品药中的第6种，硫黄被列为中品药中的第2种，并对它们的药物特性作了比较详细的记载和评述：

> 消石，味苦寒，主五脏积热，胃胀闭，涤去蓄结饮食，推陈致新，除邪气。炼之如膏，久服轻身。一名芒消（据《太平御览》引文补），生山谷。④
>
> 朴消，味苦寒，主百病，除寒热邪气，逐六腑积聚、结固、留癖。能化七十二种石。炼饵服之，轻身神仙，生山谷。⑤
>
> 石硫黄，味酸，生谷中，治妇人阴蚀、疽痔，能作金银，生东海。⑥

由于硝石不但能炼药治病，而且长久服用，可以使人体轻神爽，如神仙一般愉快，这就是炼丹家试图用硝石炼制长生药的原因。对硝石和硫黄药物特性的自觉研究，却不自觉地成就了火药发明的动因。

三、对硝石与硫黄化学特性的认识与研究

到了东汉时期，炼丹家对硝石与硫黄特性的研究又近了一步，他们在多次实验中，发现了硫黄和硝石的某些化学特性。如他们发现硫黄着火后能升腾蹦跳、十分活泼的性质。把硝石撒到炭火上会产生火焰。还发现硝石能同其他许多物质发生作用的现象，所以炼丹家又常用硝石同其他物质进行合炼，以改变和调整某些药物的性质。然而，当时人们所说的硝，有硝石、朴硝、芒硝、马牙硝等多种名称。由于它们都有苦味，色白如霜似雪，呈针形、芒形结晶，又都易溶解于水，外观都很相似，所以人们在很长的时间里，都没有找到区分它们的科学方法。

四、用焰色鉴别真硝石方法的创造

南北朝时期的医学家陶弘景，在这方面迈出了可贵的第一步，揭开了多年的

---

① 《史记》卷一〇五《扁鹊仓公列传》，中华书局，1959年版，校点本《史记》九，第2809页。以下引此书时同此版本。

② 宋·张君房辑纂：《云笈七签》卷一〇八，齐鲁书社，1988年版，影印本《道藏》，第595页。

③ 《神农本草经》：原书已佚，其内容因历代本草书籍的转引而得以保存。该书在评述药物的性味、功用和主治、疗效等方面，大多确实。

④ 《神农本草经》：人民卫生出版社，1963年版，校点本《神农本草经》，第6页。

⑤ 《神农本草经》：人民卫生出版社，1963年版，校点本《神农本草经》，第6页。

⑥ 《太平御览》卷九八七《药部四·石药上》引《本草经》，《太平御览》八，第837页。



不解之谜。他在《本草经集注》中，根据所收集的传闻，记述了鉴别真硝石的方法：

消石，疗病亦与朴消相似，《仙经》多用此消化诸石，今无正［确］识别此者。顷来寻访，犹云与朴消同山，所以朴消名消石朴也，如此则非一种物。先时有人得一种物，其色理与朴消大同小异，朏朏如握盐雪，不冰，强烧之，紫青烟起，乃成灰，不停沸如朴消，云是真消石也。此（指《本草经》）又一名芒消。今芒消乃是炼朴消作之，与后皇甫说同，并未得核其验，经试效，当更正记尔。

朴消，生山崖上，色多青白，赤杂黑斑，俗人择取白软者以当消石用之。当烧，令汁沸出，状如矾石者。《仙经》唯云消石能化他石，今此（指《神农本草经》）亦云能化石，疑必相似，可试之。

芒消，味辛苦，大寒……生于朴消……炼之朴消作芒消者，但以暖汤淋朴消，取汁清澄，煮之减半，出着木盆中，经宿即成，状如石英，皆六道也……①

陶弘景在《本草经集注》中，首次记载了他经调查所得出的用焰色鉴别出钾硝石的方法。他的方法是把真硝石（KNO_3，即钾硝石）放在火焰上燃烧，就会有紫青烟升起，否则就不是真硝石，而是朴硝（$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$，即钠硝）。这种方法经过长期演变之后，就逐渐发展为近代化学上钾硝石与钠硝石的焰色鉴别法。这种鉴别法的近代物理和化学的原理是：当硝酸钾放在火焰上燃烧时，其外层电子便跃迁到激发状态，当电子从较高能级回到较低能级时，就会发出可见光范围内的紫色光，因而产生紫色烟焰。而朴硝在同样的情况下放在火焰上燃烧时，只能产生黄色烟焰。由于陶弘景的方法符合科学原理，所以他也就因此而成为化学史上，用焰色鉴别法鉴别钾硝石和钠硝石的创始人。

与此同时，陶弘景对《神农本草经》中，关于"消石一名芒消"及"朴消名消石朴"的陈说提出了异议，而认定芒消乃生于朴消，朴消应是芒消之朴者。又将《名医别录》中所说"朴消炼之如白银"的性质，修正为"烧，令汁沸出，状如矾石"，并同"烧之如膏"的硝石相区别。此外，他还首次描述了从朴硝溶液中可以析出状如白石英的马牙硝的方法。陶弘景的上述试验与研究所取得的成果，对正确鉴别钾硝石与钠硝石具有极其重要的意义。

继陶弘景之后，在隋代问世的《孔氏解散方》②中，又出现了类似的记载：

消石形极似朴消，小（稍）虚软，当先以一片置火炭上，有紫烟出，乃有灰者为上。

之后，在中唐宝应年（762—763年）前问世的《丹房镜源》③中，记载了制造铅丹（Pb_3O_4，亦称黄丹）的工艺：

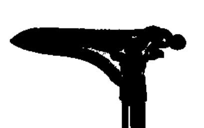
凡造铅丹，用铅一斤、硫二两、硝一两。选熔［铅］成汁，下醋点之，

---

① 唐·苏敬等撰，尚志均辑校：《新修本草》，安徽科技工业出版社，1981年版，第94～97页。

② 《孔氏解散方》：集于《黄帝九鼎神丹经诀》中，上海涵芬楼，1926年，影印《正统道藏》洞神部众术类，总第584～585册。以下引此书时均同此版本。

③ 《丹房镜源》：集于《铅汞甲庚至宝集成》中，《正统道藏》洞神部众术类，总第595册。



滚沸时石硫一小块，续下消少许，沸定再点醋，依前下少许消、黄，沸尽，黄亦尽，炒为末，成黄丹。

采用这种方法是先用硫黄与熔化的铅生成黑脆的硫化铅，然后再加硝石作氧化剂，使硫化铅迅速变成鲜红或橘红色的铅丹。如果将硝石误用于钠芒硝（$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$）或镁硝（$MgSO_4 \cdot 7H_2O$），则不能制成黄丹。因此，这种工艺又为确定钾硝石（KNO_3），提供了一种新的方法。

中唐时期辑纂成书的《黄帝九鼎神丹经诀》① 则提供了区别钾硝、钠硝、镁硝的一个最重要、最方便、最可靠的方法。据该书卷八《明化石篇》称：

[真物]（即钾硝石）形极似朴消（即钠芒硝），小（稍）虚软，当先以一片置火炭上，有紫烟（焰）出，仍（乃）成灰者上。若沸良久者，由（犹）是朴消也。

该书卷十六《作朴消石法》称：

消石与朴消，大同小异。朏朏如掘盐雪不冰，强烧之，紫青烟焰起，仍（乃）成灰不沸无汁者是消石也。若沸而有汁者，即是朴消也。

朴消，用之者烧之，汁沸出，状若矾石。

这两种实验结果表明，钠芒硝在加热后，便会释放出结晶水，而且自身也溶入其中，成溶液，待沸腾而水蒸尽时，便成为无水芒硝的白色粉末；而钾硝石受强热（不得与炭接触）则熔化如油，不会沸腾[27]。至此，中国炼丹家已基本上掌握了选取钾硝石的方法，从而为火药的发明，提供了基本而必要的条件。

在唐代炼丹家所获成果的基础上，宋代的炼丹家和医药学家，都已经能正确区别各种硝石的形态与性能了。且看北宋初道士马志在《开宝本草》② 中，对诸种硝石的形态、性质所做的描述。

消石：……此即地霜也。所在山泽冬月地上有霜，扫取以水淋汁，后乃煎炼而成。盖以能消化诸石，故名消石，非与朴消、芒消同类而有消石也。[至于所谓] 一名芒消者，以其初煎炼时有细芒而状若 [芒] 消，故有芒消之号，与后条芒消（系指出于朴消者）全别。旧经（系指《神农本草经》）、陶注引证多端，盖不的识之故也，今不取焉。

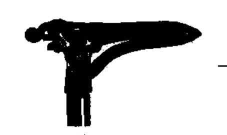
朴消：……今出益州，彼人来之，以水淋取汁煎炼而成朴消也。一名消石朴者，消，即是本体之名，石者乃坚白之号。朴者即未化之义也。以其芒消、英消皆从此出，故为消石朴也。其英消即今俗间谓之马牙消者是也。

芒消：……此即出于朴消。以暖水淋朴消，取汁炼之，令减半，投于盆中，经宿乃有细芒生，故谓之芒消也。又有英消者，其状若白石英，作四五棱，白色，莹澈可爱，主疗与芒消颇同，亦出于朴消，其煎炼自有别法，亦呼为马牙消。唐注以此为消石同类，深为谬矣。

生消，味苦，大寒，无毒……生茂州西山岩石间，其形状大小不定，色

① 《黄帝九鼎神丹经诀》：《正统道藏》洞神部众术类，总第 584～585 册。

② 《开宝本草》：系北宋开宝六年（公元 973 年），由道士马志等撰辑的第一部版刻的官修本草书。开宝七年，经修正为《开宝重定本草》。后世将它们统称为《开宝本草》。原书已佚，仅有若干注文可见于《证类本草》中。



青白，采无时。①

北宋初炼丹家和医药学家对焰硝的正确鉴别，为焰硝的大量采取和提炼解决了技术和工艺上的许多问题，使火药的批量配制，在原料上有了可靠的保证。在此基础上，火毬、火药箭等初级火器也就源源不断地登上战争的舞台了。

第二节　火药的发明

我国火药的发明活动，最初是由炼丹家用硝石和硫黄炼制丹药的活动开始的。

一、炼丹家对火药发明的贡献

我国古代炼丹家的活动主要有三个方面：其一是用各种无机物，包括金属和矿物，人工炼制成某种“长生药”；其二是寻求植物性的“长生药”，进行药用植物研究；其三是进行“点化金银，以度众生”的活动。而炼制“长生药”则是与火药发明有着直接联系的炼丹活动。

1. 炼制“长生药”的活动及其依据的理论

炼丹家炼制“长生药”的活动，由于受到统治者的重视而得到发展。在封建社会中，有些帝王梦想长生久视，永远主宰人世。因此，便想方设法寻找炼丹方士，为他们炼制吃了能够长生不死的仙丹。早在战国时期，炼制仙丹的风气就已盛行，齐威王、齐宣王、燕昭王曾派方士入海求三神仙，楚国更有臣下向荆王献不死之药者。② 至秦汉时期，神仙之学蔓延。秦始皇生前曾几次派人入海找仙山，求长生不死之药③。秦始皇也曾派徐福率领童男童女各 500 人入海求仙，结果东渡到了日本，后来死于异国。至今日本人民对徐福仍十分崇敬，在日本还留有徐福之墓。汉武帝刘彻为了长生不死，便到民间广求丹药，并招聘方士，亲自从事炼丹活动④。

东汉后期，炼丹家魏伯阳（其生平事迹在正史没有记载）《周易参同契》的问世，又把炼丹术的理论基础与指导思想建立在当时盛行的阴阳学理上，认为只有阴性药物与阳性药物两相交媾和彼此相制，才能炼制出神奇的仙丹妙药。

从魏晋南北朝到唐末的近 700 年，是我国炼丹术的黄金时代，炼丹家经过反复的实践，对各种炼丹药物的阴阳属性，已经积累了一定的经验性的认识，形成了一个比较完整的理论体系。他们利用炼丹药物的某些相似的特性进行分类，通常把色泽晦暗，品性好伏不动，不易燃烧，生于阴山水旁和寒冷之地的药物，划为阴性，如硝石、马牙硝、水银、铅等。反之，他们把颜色赤黄或青绿，见水易飞，容易燃烧，易于升华的药物，划为阳性，如硫黄、雄黄、丹砂、黄金等。唐代的

① 宋·唐慎微撰，曹孝忠、张存惠增订：《重修政和经史证类备急本草》卷 3，第 85 ~ 88 页中的消石、朴消、芒消、生消诸条之“今注”，人民卫生出版社，1959 年版，影印晦明轩刻本。以下引此书时均同此版本。

② 西汉·刘向集录，东汉·高诱注；宋·姚宏续著：《战国策》卷十七《楚四、有献不死之药于荆王者》，上海古籍出版社，1978 年版，点校本《战国策》中，第 564 ~ 565 页。

③ 《史记》卷六《秦始皇本纪第六》，《史记》一，第 247 页。

④ 《汉书》卷二五《郊祀志第五上》，《汉书》四，第 1217 页。

丹鼎派道士把这一理论对炼丹术的指导进一步具体化。例如张九垓在其《金石灵砂论》中称：

一阴一阳曰道，圣人法阴阳，夺造化，故阳药有七，金三（似应为二原文误）石五。黄金、白银、雌雄黄、砒黄、曾青、石硫黄，皆属阳药也；阴药有七（似应为六，原文误），金二石四，水银、黑铅、消石、朴消皆属阴药也。阴阳之药各禀其性而服之，所以有度世之期，不死之理也①。

该书又说：

取阴阳之髓，法天地造化之功，水火相济（即在丹炉下方施火加热，上部外方以水冷凝，产生剧烈的化学反应）②。

由于硝石与硫黄、雄黄、雌黄等三物，分别是典型的阴药与阳药，若把它们放在一起合炼，那么燃爆现象就会发生。东晋时的炼丹家葛洪在《抱朴子·仙药》篇中，记载了用硝石、玄胴肠、松脂三物合炼雄黄的试验：

又雄黄当得武当山所出者……或以蒸煮之，或以酒饵，或先以消石化为水，乃凝之；或从玄胴肠裹蒸之于赤土下，或以松脂和之，或以三物合炼之，引之如布，白如冰。服之皆会长生，百病除③。

这里的玄胴肠（一作元胴肠），在当时是猪大肠的一种别名，实际上就是指猪之脂。松脂是松香和松节油的混合物。雄黄是硫黄的砷化物硫化砷（As_2S_2），是一种天然矿质可燃物。在这些物质中，硝石是氧化剂。猪大肠和松脂都是含碳物质，属还原剂。雄黄也是还原剂。这三种物质均匀混合拌和后，所生成的白如冰的混合物是氧化砷（As_2O_3）。如果所用的硝石足够多，则用火点燃其生成物，就会发生爆炸。由于葛洪没有用定量的方式将硝石和雄黄的配比量流传后世，所以也无法知道他在试验过程中，是否发现了三物合炼时的燃爆现象，但是，他的炼丹活动对火药的发明却有重要的作用。

2. 炼丹术中的“伏火法”

唐代炼丹家在师承前辈炼丹术的基础上，发展了“伏火法”。从炼制丹药的角度说，“伏火”的意图大约有三种：一是“杀毒”，即用火烘烩的方法，消减某些药物的固有毒性；二是制服某些药物受热后易于挥发逃逸的品性；三是驯服某些合炼药物的燃爆性。唐代炼丹家在用草木药伏火“四黄”（硫黄、雄黄、雌黄、砒黄）前，往往先把它们“炭化存性”，以增强伏火效能。如果在用草木药进行伏火时，再运用阴阳相制的原理，加入适量的阴性药物硝石，借以进一步增强伏火的力度，则可免除在炼丹过程中受其伤害。最原始的火药，正是在炼丹家运用伏火法中，不自觉而又偶然地配制成了。当时的伏火法甚多，其中与火药发明有关的伏火法有三：一是《诸家神品丹法》中的“伏火硫黄法”④；二是《铅汞甲庚至宝

---

① 唐·张九垓撰：《金石灵砂论》，《正统道藏》洞神部众术类，总第586册。

② 唐·张九垓撰：《金石灵砂论》，《正统道藏》洞神部众术类，总第586册。

③ 东晋·葛洪著：《抱朴子·内篇》卷十一，第48～49页，《仙药》，中华书局，1959年版，影印本《诸子集成》八。以下引此书时均同此版本。

④ 宋·孟要甫辑纂：《诸家神品丹法》，《正统道藏》洞神部众术类，总第594册。



集成》中的“伏火矾法”①；三是《真元妙道要略》中的“硝石、硫黄、雄黄和蜜共烧”法②。

“伏火硫黄法”大约盛行于公元8世纪。据《诸家神品丹法、伏火硫黄法》的记载，其法是：

> 硫黄、硝石各二两，令（合）研。右（指以上物料）用硝银锅或砂罐子，入上件药在内。掘一地坑，放锅子在坑内，与地平，四面却以土填实。将皂角子不蛀者三个，烧令存性，以钤（钳）逐个入之。候出尽焰，即就口上着生熟炭三斤，簇煅之。候炭消三分之一，即去余火不用，冷取之，即伏火矣③。

用这种“伏火”方法提炼而成的特殊的物料，虽然还不能说就是火药，但是它已经成为把硝石引进自供氧燃烧体系中的最初形态，是以硝、硫、炭为主要成分的火药进入发明阶段的第一步。

“伏火矾法”是研究火药发明史涉及较多的另一条重要史料，从火药发明的过程说，它又比“伏火硫黄法”前进了一大步。“伏火矾法”记录在炼丹家金华洞方士清虚子所撰《太上圣祖金丹秘诀》中，该书成于唐宪宗元和三年（808年），后被收录于《铅汞甲庚至宝集成》卷二中。其内容是：

> 硫二两，硝二两，马兜铃三钱半，右（指以上物料）为末，拌匀，掘坑，入药罐于内，与地平，将熟火（指红热之炭）一块，弹子大，下放里面，烟渐起，以湿纸四五重盖，用方砖两片捺，以土塚之，候冷取出。其硫黄［伏］住（实际上是反应后生成之氧化钾、硫化钾、碳酸钾、硫酸钾等混合物）。④

从此法所用的器皿、选用物料的分量、炼制工艺等方面看，当是由“伏火硫黄法”发展演变而来的一种新的“伏火法”。

同“伏火硫黄法”相比，“伏火矾法”又前进了一大步。“伏火硫黄法”是用硝石和硫黄各2两拌和后，构成含硝和硫两种物料的自供氧燃烧体系。这两种物料虽然在点火后能迅速燃烧，但是由于没有含碳物料的直接参加，而且硫的熔点很低，因而燃烧反应很快被熔融硫所堵塞而中断。为了使二者能充分燃烧，所以炼丹家采取了补救措施，在锅口上用生熟炭3斤簇煅，将3个皂角子逐次加入，进行多次点火，使燃烧反应进行到底。但是它们的燃烧速度和力度都很有限。“伏火矾法”的改进之处在于将含碳物料马兜铃粉，同等量的硝石和硫黄均匀拌和，成为完整的自供氧燃烧体系，具备了雏形火药的条件。这种药料在点火后，无需借助空气中的氧气而能进行迅速燃烧，放出大量的热量和气体，乃至发生爆燃之祸。炼丹家正是基于此种考虑，所以都强调在伏火时，把药剂埋入地下，并设法用湿布盖上，用缓慢投入红炭的方法，减缓反应的速度，以防药料着火后冲起。由此

---

① 《铅汞甲庚至宝集成》，《正统道藏》洞神部众术类，总第595册。

② 《真元妙道要略》：《正统道藏》洞神部众术类，总第596册。

③ 《诸家神品丹法》卷五《伏火硫黄法》，《正统道藏》洞神部众术类，总第594册（很可能原载于唐乾元中（758—760年）成书的《孙真人丹经》中，但此孙真人并非孙思邈）。

④ 金华洞方士清虚子撰：《太上圣祖金丹秘诀》卷二《伏火矾法》，载《铅汞甲汞至宝集成》卷二，《正统道藏》洞神部众术类，总第595册。



可见，我国炼丹家用硝、硫、炭三种物料组配成的原始火药及其配方，在公元808年就已经公布于世了，那么它的成品诞生于公元8世纪末与9世纪初，当是顺理成章的事情。

但是，由于炼丹家炼丹目的局限，他们把自己进行炼制丹药的试验，仅停留在对药料的伏火与配制上，只留心于对试验过程中诸多现象的描述而缺乏深究其理的探讨，因而对这一重大发明没有引起足够的重视，反而在他们的著作中谆谆告诫人们，在炼制丹药过程中，要防止硝、硫、炭合炼时所造成的火灾。中唐以后成书的《真无妙道要略》在“黜假验真镜第一”① 中，关于用硝石伏火法的两条记载便是一例。

（其一是说）有（人）以硫黄、雄黄合消石并蜜烧之，焰起，烧手、面及烬屋舍者。

（其二是说）硝石宜佐诸药，多则败药，生者不可合“三黄”（此处是指硫磺、雄黄、雌黄）等烧，立见祸事。

上述记载说明，若将三物作伏火试验，点火后就可能发生比硝石与三黄二组分的燃爆物，发生更加猛烈的燃爆，不但能烧伤人的手和脸，而且能使火焰上升，烧毁房屋，所以炼丹家要求人们接受教训，切莫被火烧伤。

随着炼丹活动与伏火试验的不断进行，硝、硫、炭三者合烧后易燃易爆的性质，逐渐被有识之士所利用。同炼丹家为炼制丹药而进行的“避害试验”相反，军事技术家则从实战的需要出发，大胆地利用硝、硫、炭三种物料合烧后产生的燃爆作用，制成具有杀伤与焚烧作用的火器，用于作战之中。到北宋初年，由炼丹家发明的火药经军事技术家的改进后，制成最初的一批火器。但是，由于史家记载的疏漏或对技术发明的不够重视，所以在北宋初以前，“火药”一词尚未见有史籍记载。直到北宋天圣元年（1023年）在开封设置火药作坊时，火药一词才见于史籍记载。北宋庆历四年（1044年），由曾公亮、丁度等人编纂刊行的《武经总要》，便正式刊载了“火球火药方”、“蒺藜火球火药方”、“毒药烟球火药方”等世界上最早的三个火药配方。

二、对硝石与硫黄的提取和提炼

在介绍《武经总要》刊载的三个火药配方之前，还必须对宋代提炼和提取硝石与硫黄的技术与工艺作些必要的探讨。

1. 对硝石的提取和提炼

提炼硝石的技术与工艺在宋代以前早已有之，多出现于产硝的地区。硝源的生成各有不同。其一，我国北方各省有些地区土壤中的含氮有机物，在细菌作用下分解、氧化成硝酸，与土壤中的钾质化合而成硝酸钾。每当秋高气爽时，它们通常呈皮壳状或盐花状而析出来，覆盖于地面、墙脚下，人们称它们为地霜，若集中起来就称为硝土。其二，硝石也常生于岩石表面、洞穴，以及某些盐沼地带及沙漠地区，形成钾硝矿。居住于上述地区的采硝居民，将土硝或含硝的矿物土块搜集起来，提炼成硝。唐代的丹经《阴真君金石五相类·第十九》对硝石的提

---

① 《真元妙道要略》（唐或五代人撰，托名郑思远）：《正统道藏》洞神部众术类，总第596册。

炼技术及工艺做了概略的描述：

> 硝石是秋石也，阴石也，出积寒凝霜之土地而生，取此霜土煎炼淋漓，如法结成，亦如煮水成盐……缘性较寒，取北方坎子为气，积阴而用，制阳之毒①。

北宋初的道士马志在《开宝本草》中，对硝石的提炼技术与工艺也作了描述：

> 消石……此即地霜也。所在山泽冬月地上有霜，扫取以水淋汁，后乃煎炼而成②。

宋仁宗时的方士崔昉在《外丹本草》中认为：

> 消石，阴石也。此非石类，即咸卤（地霜）煎成，今呼焰消，是河北商城（今河南商城）及怀卫县（似指卫州，即今河南北部汲县、辉县一带）沿河人家刮卤淋汁所就，与朴消、小盐一蓽煎之③。

以上所引唐宋时期对硝石提炼技术与工艺的描述，文字虽然简略，但是却包含了如下内容：其一，硝石，就是焰硝，属阴性药物，秋冬之际的山泽、咸卤之地多有生成，俗称“地霜”；其二，居住于产硝地的采硝人将其扫取后，集中放置于盆、桶等容器内，用水浸泡溶化；其三，经过滤除杂质后，将澄清的硝溶液加热，使水分蒸发，析出结晶的硝石，用以配制火药。从此以后，本草学家们都在本草著作中认定地霜是提取焰硝的主要原料，而刮土熬硝的传统技术与工艺也随之世代相传至今。据张子丰、张英甫于 1932 年在《河南火硝土盐之调查》中称，当时河南的开封、商丘一带提炼焰硝的“硝户”，大致也沿用上述工艺提炼硝石：

> “硝人”多择城市高冗之地，扫取故宅、马厩、厕所、猪圈等墙宇之松土。扫土在夏历春秋冬，天气晴朗之际。其鉴别硝土之法一如“盐人”取土，纯以目视其色，口尝其味……要以猪圈、厕所墙根之土含钾量最多，街市之土次之。据云，每视浮土呈褐色而松者，即为有硝之证明④。

唐宋时期提炼硝石的技术与工艺的进步及相对规范，为北宋初期火药的批量生产及初级火器用于战争，提供了物质条件。

2. 对硫黄的提取和提炼

从前述硫黄的产地可知，唐宋之际的炼丹家已经能从多方面采用多种方法提取和提炼硫黄：其一，通过焙烧黑矾石（即含煤黄铁矿，又名涅石）取得硫黄（又名矾石液，如产于东海牧羊山谷及泰山等地）；其二，从石膏岩层地区取得土硫黄（如荆南、林邑所产者）；其三，从溪涧中采集水硫黄（如广南、荣州所得者）；从原火山区（如从悦般、西域且弥山）采集到的石硫黄等。提炼者采集到硫黄后，先拣净、去砂粒等杂质，而后再经过煎熬等工艺，取得净硫，作为配制火药的又一重要原料。

---

① 《阴真君金石五相类》（唐人撰、姓名不详），《正统道藏》洞神部众石类，总第 589 册。

② 《本草纲目》卷十一《石五·消石·集解》引马志《开宝本草》语，《四部精要》13，第 587 页；又见《重修政和经史证类备急用本草》卷三，第 85～88 页“消石条”之今注。

③ 《本草纲目》卷十一《石五·消石·集解》引崔昉《外丹本草》语，《四部精要》13，第 587 页。

④ 张子丰、张英甫：《河南火硝土盐之调查》，黄海化学工业研究所，1932 年印行。



三、《武经总要》记载的三个火药配方

随着硝石与硫黄提炼技术的进步，初级火器配制技术也相对成熟。北宋庆历四年（1044年），我国第一部官修的军事百科性兵书《武经总要》刊行，书中全面介绍了当时先进的军事技术，完整地记载了三个火药配方及其配制技术与工艺。

1. 火毬火药方

> 晋州硫黄十四两[①]、窝黄七两、焰消二斤半、麻茹一两、干漆一两、砒黄一两、定粉一两、竹茹一两、黄丹一两、黄蜡半两、清油一两、桐油半两、松脂十四两、浓油一分……旋旋和匀，以纸五重裹衣，以麻缚定，更别熔松脂敷之，以砲放……

上述物料配齐后，工匠们便按规定将黄蜡、松脂、清油、桐油放在一起，煎熬成膏。又将其他各种配料分别捣碎碾细，筛选合用的粉末，放入膏中旋旋和匀，成为膏状火药，而后用纸在外面包裹五重，用麻缚固，最后再熔化松脂，缚在外壳上。至此，一份火毬火药便配制成功。此方中的晋州硫黄产于山西临汾。焰硝即硝石。砒黄为砷素化合物，又称鸡冠石，为含毒物料。定粉为含毒物料。黄丹属铅化物，又名铅丹。桐油、干漆、松脂、黄蜡等是比木炭更易燃烧的含碳物料，不仅可以代替木炭，同时还兼作火药毬的黏合剂，而且在燃烧时能产生浓烈的黑烟，具有烟幕作用。砒黄能产生有毒的烟雾。竹茹、麻茹等纤维物质可使各种火药成分团合在一起。若将各种物料分别按硝、硫、炭分类，则硝重40两、硫黄与窝黄共重21两，含碳物共重18.02两，三者共重79.02两。它们的组配比率[②]分别是50.6%、26.6%、22.8%。此外还有砒黄、定粉、黄丹共3两。因此，每制作一份火毬火药，除外傅物料外，共需用物料82.02两。

2. 蒺藜火毬火药方

> 硫黄一斤四两、焰消二斤半、粗炭粉五两、沥青二两半、干漆二两半，捣为末；竹茹一两一分、麻茹一两一分，剪碎；用桐油和小油各二两半、黄蜡二两半，熔汁和之。
>
> （外傅药料为）纸十二两半、麻十两、黄丹一两一分、炭末半斤，以沥青二两半、黄蜡二两半，熔汁和合，周涂之。

在这个火药配方中，硝石重40两，硫黄重20两，竹茹、麻茹等各种含碳物料重19.52两，三者共重79.52两。它们的组配比率分别是50%、25%、25%。加上外傅用物料36.51两，共同物料116.03两。

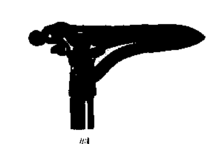
3. 毒药烟毬火药方

> 毬重五斤。用硫黄十五两、草乌头五两、焰一斤十四两、芭豆五两、狼毒五两、桐油二两半、小油二两半、木炭末五两、沥青二两半、砒霜二两、黄蜡一两、竹茹一两一分、麻茹一两一分，捣合为毬。贯之以麻绳一条，长一丈二尺，重半斤，为弦子。
>
> 外药用纸十二两半、麻皮十两，沥青二两半、黄蜡二两半、黄丹一两一

---

① 两：此处1斤=16两，下同。

② 组配比率：组成火药的硝石、硫黄、木炭（或含碳的物料），在火药中所占的百分比。



分、炭末半斤，捣合为涂料（处于毬壳上）。

在这个火药配方中，硝石重30两、硫黄重15两、含碳物料重15.52两，三者共重60.07两，组配比率分别是49.06%、24.8%、25.6%。另外，还有草乌头、芭豆、狼毒、砒霜等四种剧毒物料共重17两，共用物料77.52两。

上述三个火药配方说明，用硝石、硫黄、木炭为基本原料，再掺含一些其他物料，就可以配制成不同性能和用途的火药。毬壳外面的封固用料，大多是用可燃物料拌和而成，它们在干涸后，既有保护球内火药干燥洁净的作用，又能引燃火药，所以在抛射时只要用火锥将球壳点着烙透，待抛射至敌方时，作为引火之物的球壳。恰好将火药引燃，产生燃烧作用。

《武经总要》所载三个火药配方和三种火药配制技术与工艺的问世，标志着我国军用火药发明阶段的结束。在已经走完本草学家对硝、硫、炭特性的研究，以及炼丹家对硝、硫、炭混合物进行炼制丹药试验的全过程后，进入了军事家把硝、硫、炭按一定的组配比率配制成火药，制成火器用于作战的新阶段，这在军事技术史上具有划时代的意义。从此以后，火药研制者的主要任务，则是在改良火药的性能，增加火药的品种上作出自已的努力。迄今为止，在所有可能得到的火药史资料中，《武经总要》所记载的三个火药配方，是世界上最早公布的火药配方。

按照这三个配方所配制的火药，既是经过宋军试用改进后的定型制品，又是各地配制军用火药的样本。它们同以往试验过程中的各种类型火药相比，硝、硫、炭的组配比率逐渐趋向合理，硝的含量有了大幅度的增加，使火药的军事应用成为可能。在配制工艺上从粗糙趋向精细。在制作上从分散少量到成批多量，为火器的扩大制造和使用创造了条件。但是，由于这些火药中还含有较多的其他物料，所以还只是用做纵火、发烟或散毒的初级火药，有待于在作战中不断改进和提高。

第三节　北宋时期创制的初级火器

北宋时期创制的初级火器，主要有火药箭与火毬两大类。下述三则历史记载，是这两类初期火器创制的雄辩证明：

开宝三年（970年）五月……兵部令史冯继昇等进火箭法，命试验，且赐衣物束帛①。

咸平三年（1000年）八月……神卫水军队长唐福献所制火箭、火毬、火蒺藜②。

咸平五年九月，冀州团练使石普，自言能为火毬、火箭。上召至便殿，试之。与辅臣同观焉③。

从《武经总要》所记载中，大致可以看出火药箭与火毬的构造与使用之法。

---

① 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4910页。

② 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4910页。

③ 《续资治通鉴》卷五二，咸平五年九月戊午，《续资治通鉴长编附拾朴》一，第446页。



一、火药箭

火药箭有弓弩火药箭与火药鞭箭两种。弓弩火药箭既不同于以往使用草艾、油脂、松脂等为燃烧物，点火后用弓弩施放的一般火箭，也不同于利用火药燃气反冲力推进的火箭，而是以火药为燃烧物，点火后用弓弩施放的火药箭（图1-3-3）。

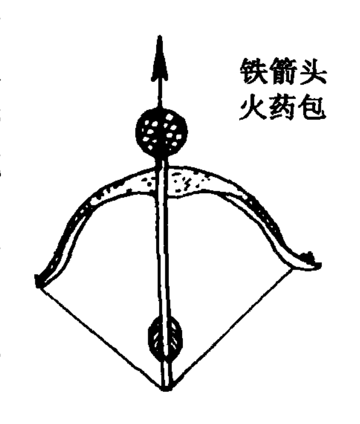


图1-3-3　弓弩火药箭（采自《中国火器史》）

《武经总要·器图》中对弓弩火药箭的形制构造，有两处文字记载：

其一：火箭，施火药于箭首，弓弩通用之，其傅药轻重，以弓力为准①。

其二：如短兵放火药箭，则如桦皮羽，以火药五两贯镞后，燔而发之②。

上述记载说明，弓火药箭是在一支普通箭镞的后部，附着一个环绕箭杆的球形火药包，或者说箭杆贯穿一个球形火药包的中轴线。火药包以箭杆为轴作对称式缚附，可以保持箭身在飞行时的平衡。火药包内包裹火药量的多少，要由弓力的大小而定。据该书记载，当时使用的一种制式弓火药箭“桦皮羽箭”，火药包内装填5两火药。这种形式的火药箭，既可用弓也可用弩施放。由于此时尚未使用火捻，故施放时先点着用可燃物制成的火药包的外壳，而后放出，扎在敌人的粮草堆上，当火药包的包壳引燃包内火药时，即能引起较猛烈的燃烧。

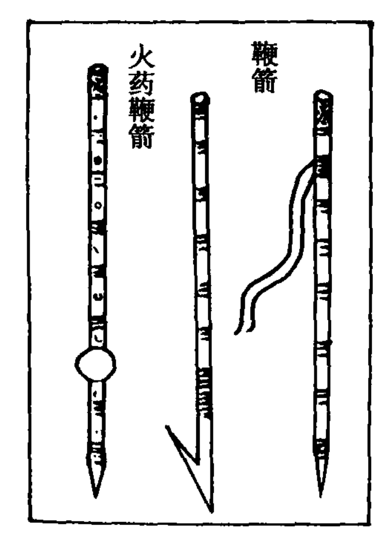


图1-3-4　火药鞭箭

弓弩火药箭除弓弩通用者外，箭身一般比较粗长。它们是在三弓斗子弩施放的斗子箭、双弓床弩和大合蝉弩施放的铁羽大凿头箭、小合蝉弩施放的大凿头箭的后部，附着一个火药包而制成的。这些箭“皆可施火药用之，轻重以弩力为准”③。其施放与燃烧作用同弓射火药箭相似。

火药鞭箭也是一种火药箭，因火药包缚附于形似竹鞭的箭杆前部而得名，其形制构造是：

鞭箭用新青竹一丈、径半寸为杆，下施铁索，梢系丝绳六尺；别削劲竹为鞭，长六尺，有镞，度正中施一竹臬（亦谓鞭子）。放时，以绳钩臬，系箭于杆，一个摇杆为势，一人持箭末，激而发之，利在射高中人（图1-3-4）④。

可见这是用竹竿制成的借助弹射装置发射的火药箭，因这种装置的记载简略，

---

① 《武经总要》前集卷十三《器图》，《武经总要》前集六卷十三，第3页。

② 《武经总要》前集卷十二《守城·鞭箭》，《武经总要》前集五卷十二，第53页。

③ 《武经总要》前集卷十三《器图》，《武经总要》前集六卷十三，第7页。

④ 《武经总要》前集卷十二《守城·鞭箭》，《武经总要》前集五卷十二，第53页。



故其形制构造无法详知。火药鞭箭一般用于守城战中，当敌军填壕攻城时，守军便可施放火药鞭箭，以焚烧敌军用以填壕的柴草及壕桥等攻城器械。北宋雍熙三年（986年），朝廷还从两浙驻军中选建鞭箭军，其下还有忠节鞭箭军，至北宋端拱二年（989年）将两军合并为一。北宋淳化五年（994年），西夏李继迁发兵进攻北宋西北要地灵州（今宁夏灵武西南），宋太宗决定发兵进击，鞭箭军亦于北宋至道元年（995年），奉调援灵州①。可见鞭箭军在当时也是一支颇有战斗力的军队。

二、火毬

火毬（亦称火砲）类火器的品种较多，仅《武经总要》前集第十一和十二卷，就记有8种火毬的图形及文字说明，它们是火毬、引火毬、蒺藜火毬、霹雳火毬、烟毬、毒药烟毬、铁嘴火鹞、竹火鹞等（图1-3-5）。

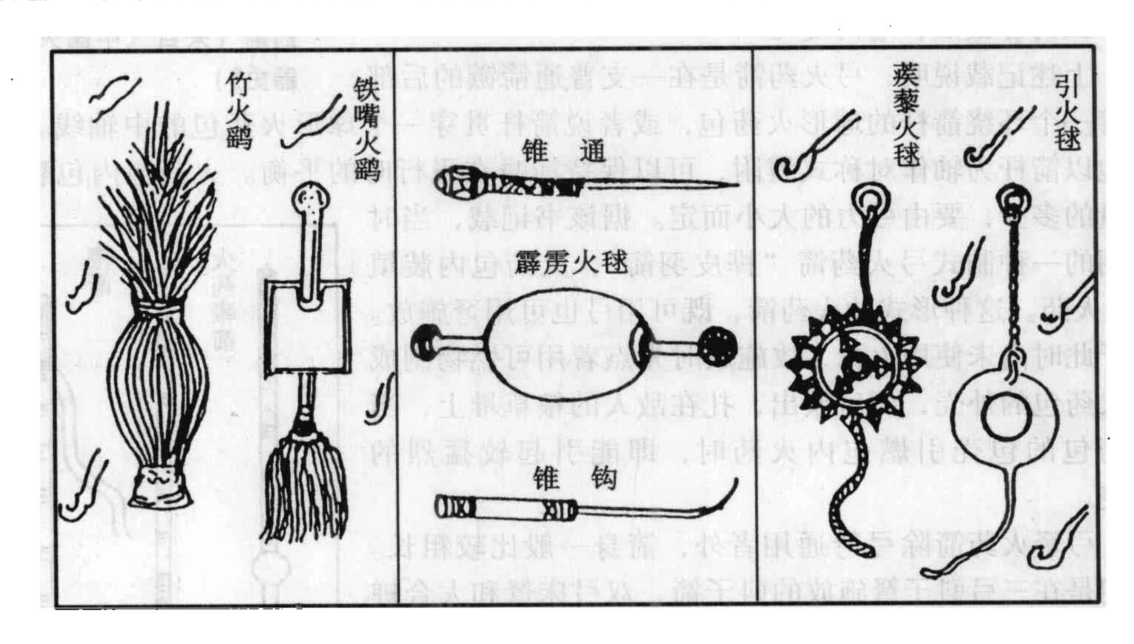


图1-3-5　火毬

引火毬是在抛射其他火毬之前，用以测定抛射距离的试抛火毬。毬壳用纸糊制，内装砖石碎屑，重三五斤。外部用黄蜡、沥青、炭末，混合煎熬成膏状涂料涂抹，用麻绳系在毬内火药中，通出毬外，一端系一小环，便于携带和抛掷。

蒺藜火毬是一种撒布障碍物铁蒺藜的火毬。其制法是将三枚六首铁刃，用火毬火药裹住，再用有逆须的铁蒺藜8枚放于毬上。使用时，先烧红铁烙锥，再用铁烙锥将作为引火用的毬壳烙透，而后用抛石机将其抛至敌方，此时毬壳燃烧之火已将毬内火药点着，并将火毬烧裂致破，铁蒺藜四散飞撒，落在通道上，阻碍敌军人马的行动（图1-3-5）。冀州团练使石普所献的火蒺藜，当是这类火毬布撒的。

霹雳火毬的制作方法是先选用长二三节，直径1.5寸而无洞裂破漏的干竹一段，而后用铁钱般大的薄瓷30片，同三四斤火药拌和，再用椭毬形纸壳将竹节裹

① 《宋史》卷一八七《兵一（禁军上）》，《宋史》十四，第4589页。



住，两头各有一寸多露在毬壳的两端之外。毬壳外面再加上可燃的缚药涂封待用。这种火毬多用于守城，当攻城敌军在城外挖地道攻城时，守城士兵即在城内用侦听器材“地听”侦测敌人挖掘地道的路线，而后选择相应之地向下挖掘竖井，对准地道，将用火锥烙开壳面的霹雳火毬，掷向地道内烧裂，产生霹雳般声响，并用竹扇簸其烟焰，熏灼地道内的敌军。北宋靖康元年（1126年）初，尚书右丞李纲，在指挥宋军坚守开封时所用的霹雳砲，大致就是这类火毬（图1－3－5）。

烟毬是以发散烟雾遮障敌人视线的火毬。毬壳用纸糊固。内装3斤火药，外傅黄蒿约1斤，然后用可燃的涂药涂封外壳。使用时，先用火锥烙透毬壳，再用抛石机将其抛射至敌方烧裂，毬内烟雾四散，遮障敌人视线。

毒药烟毬是以散发致毒物毒杀敌军人马的火毬。毬壳用纸糊固，内装一定数量的火药，并杂以狼毒、巴豆、草乌头、砒霜等5斤毒性药料，然后用可燃的傅药封固外壳。毒药烟毬多用于守城，当敌军来攻时，守城士兵先用火锥烙透毬壳，再用抛石机将其抛射至敌方烧裂，毬内火药燃起火焰，焚烧敌军的攻城器械，同时毬内的致毒物发出毒气，四向飞散，敌军人马嗅之中毒，口鼻流血，丧失战斗力，严重者可以致死。

火砲是用火药制成的一种火毬。其成分除了硝、硫、炭以外，大多是用可燃性物料，如竹茹、麻茹、小油、桐油、黄蜡、沥青等，是一种用抛石机抛射至敌方烧裂后，引起燃烧的火毬。

铁嘴火鹞是一种与火毬构造有所不同的鹞式燃烧性火器。它用木壳做鹞身，头部安有铁嘴，尾部束有秆草，火药装入草尾中。铁嘴火鹞多用于守城，当敌军来攻时，即用抛石机将其抛射至敌攻城士兵群中或粮草积聚之处，引起燃烧(图1－3－5)。

竹火鹞也是一种鹞式燃烧性火器，它用竹片编成长椭球形的竹笼式外壳，壳外用几层纸糊贴，笼内装火药一斤，笼尾绑草三五斤，其使用方法与燃烧作用和铁嘴火鹞相同（图1－3－5）。

火药箭与火毬类火器在使用上有一个共同的特点，就是都要借助射远的弓、弩、抛石机和弹射装置，把火药包、火毬，抛射或运载至敌方烧裂，达到烧夷、障碍、毒杀、熏灼等作战目的。因此可以说，北宋初的兵器研制者，已经巧妙地把轻、重型射远冷兵器的射远作用，同利用火器的燃烧作用结合在一起，创制出一种既能增强射远冷兵器的杀伤、焚毁威力，又能增加火器作战距离的新式兵器，并运用在水陆各种样式的作战中。火药箭与火毬的使用，标志着我们的祖先已经开始迈出了把火药用于军事的第一步，使数千年中运用传统冷兵器的作战方式开始发生新的变化。为古代兵器划时代的发展，作出了杰出的贡献。

三、对古代火攻器具与火攻技术的发展

火药箭与火毬类火器的主要作用在于燃烧，即烧夷敌方的人马和粮草。它们的创制和使用，既是对我国古代战争中所用火攻器具的继承和发展，又为火攻技术的提高创造了条件。

火攻，作为一种重要的作战手段，在《孙子兵法·火攻篇》中就有专门的论述。在宋代以前的战争中，就有不少军事家采用火攻取胜的战例。如：周赧王三



十六年（前279年），齐国大将田单在即墨（今山东平度东南）城，用火牛攻燕之战；东汉建安五年（200年），曹操在乌巢（今河南封丘西）纵火焚烧袁绍粮草之战；建安十三年，孙权、刘备联军，在长江赤壁（今湖北蒲圻西北，一说今嘉鱼东北）一带火烧曹军之战；蜀汉章武二年（222年），吴军在夷陵（今湖北宜昌境）一带火烧蜀军连营之战等。

北宋朝廷为了总结历史上采用火攻取胜的经验和方法，在《武经总要》前集第十一至十三卷中，列举了历史上创制和使用的多种火攻器具，并绘制了它们的图形，其中具有代表性的火攻器具有弓弩火药箭、火毬、火兵（亦称火人）、火禽、火牛等，但是除弓弩火药箭与火毬外，其余的火攻器具都是用草艾、油脂、松脂等作为燃料或引火之物，依靠人力投掷，利用飞禽、走兽和伪装的草人及其他运载物，将引火之物点着后，作为火源运载至敌阵纵火燃烧，或冲击敌阵。由于这些火攻器具所附着的引火之物，都是依靠氧气进行燃烧的，所以它们必然有相当一部分在运行中耗散或被风吹灭，会减弱甚至失去燃烧作用，从而降低了燃烧效率。

以火药为燃源的火药箭与火毬，克服了上述火攻器具的缺陷。由于火药是自供氧燃烧体系，不需要借助外部氧气进行燃烧，所以不必在施放时直接点着火药，而只要用烙锥烙透毬壳与火药包，而后借助抛石机或弓弩向敌方抛射和施放。在运行过程中，只有作为引火之物的毬壳与火药包被点着，而作为燃烧源的火药尚未燃烧，所以它们在空中运行时，不会发生火力向空中弥散的问题，只是当它们射中敌方的目的物以后，火药包与火毬内的火药才被引燃，产生瞬时突发性的燃烧，因而燃烧迅猛，效率也比以往的一般引火之物要高得多。由此可见，火药箭与火毬的使用，改善了火攻器具的性能，提高了火攻的技术。

四、火毬类火器的发展

火毬类火器在北宋初期用于作战后，经过实战中的使用，又有较大的改进，其制品除了《武经总要》记载的纸壳火球外，又有陶装和瓷装火器，它们虽然不见于文献的记载，但是却在许多考古发掘中，发现了它们的制品，这些制品大多制造和使用于北宋后期，其中还有不少出于当时北方辽夏金管辖的地区。现将几件有关的实物资料列举如下。

1. 宋军使用的陶火蒺藜

中国历史博物馆收藏了一件“宋陶火蒺藜”，系宋代的夹沙红陶制品。器身呈圆罐形，高10厘米，上部有隆起的小圆口、圆底，最宽处的直径（包括刺长）16厘米。外表布列上锐下粗的28个尖刺，分4层平均排列，其中10刺残损严重。罐口中空，口径2厘米，壁厚1.5厘米[28]。据器形可知，这是一种口小腹大，内装火药，外布蒺藜刺的陶制火蒺藜，由蒺藜火毬演变而来。1983年，天津市蓟县一次就出土了类似的陶蒺藜594个，直径10~20厘米不等①（图1-3-6）。

2. 辽陶蒺藜罐与辽灰青釉火药投弹

中国历史博物馆收藏了制于辽代的两件“辽陶蒺藜罐”与一件“辽灰青釉火

① 见本编参考文献［16］第242页。



药投弹"[27]。第一件辽陶蒺藜罐用夹沙红陶制成，高14厘米，最宽处直径（包括刺长）约20厘米，器身呈圆罐形，上部有隆起小圆孔，孔径2厘米，壁厚2厘米左右，圆底平，罐内中空，器身布列35个上锐下粗的蒺藜刺，分5层平均相错排列，每层7刺，其中23个刺残损严重。第二件辽陶蒺藜罐用同样材料制成，高18厘米，最宽处直径（包括刺长）超过25厘米，器身呈圆罐形，口部孔径2.8厘米，壁厚1.8厘米，罐内中空，器身原布列35个蒺藜刺都已损缺，仅留35个圆形疤痕，排列方式与上件相同。第三件辽灰青釉火药投弹为施青釉瓷制品，高13.1厘米，最大直径8.1厘米，器身呈收口尖底瓷瓶状，不能正立摆放，瓶口为圆形束口，中部有一小孔，孔径0.8厘米，壁厚约1.2厘米，瓶内有一个固结物，晃动时有撞击瓶壁的声音。

迄今为止，虽然尚未发现有关辽军使用火器作战的记载，但是据《续资治通鉴长编》的记事称，北宋熙宁年间（1069—1077年，辽道宗咸雍五年至太康三年）的河东经略司奏报：

> 北界人（指辽人）称燕京（即辽之南京，今北京）日阅火砲，令人于南界（指宋辽边界之宋方）榷场，私买硫黄、焰消。虑缘边不禁、不密，乞重立赏格①。

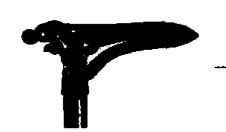
针对辽方用走私方式购买制造火药用的原料，宋廷命审刑院大理寺重申过去禁贩硝石、硫黄之令。此奏报说明宋廷的官员，是在宋辽边界硫黄、焰硝走私活动已经比较频繁的情况下，才具表上奏，请求采取防范措施。可见辽朝军工部门在辽道宗年间（1055—1100年），掌握火器制造技术是很有可能的。如是，则上述几件辽人所制火器的发现与收藏当在情理之中。

3. 辽金地区发现的瓷蒺藜

考古部门曾在当年的辽、金辖区，发掘出一些瓷蒺藜制品。其中有辽宁抚顺大官屯金代早期制造的茶绿釉瓷蒺藜，山西朔县下磨石沟窑址出土的黑釉瓷蒺藜。辽宁抚顺的瓷蒺藜呈馒头形，外表有3行乳头形蒺藜刺，器壁厚2.5厘米，顶部有装药与点火的2个小孔[29]。山西朔县的瓷蒺藜高13～14厘米，腹径20厘米左右，口内径2.5厘米，壁厚2.5～3.5厘米，器身外表有3层各5支乳头形蒺藜刺，内外均施黑釉。朔县南门曾在20世纪60年代，发掘出上百件瓷蒺藜，其形制构造、胎质和釉色，都与下磨石沟出土的制品相似。山西应县佛官寺文管所，也保存了与朔县下磨石沟相类似的两件瓷蒺藜。据考古部门考证，下磨石沟瓷窑属辽金时期的瓷窑，其所制瓷蒺藜也系辽金时期产品[30]。若辽朝军工部门已在辽道宗时期掌握了火药制造技术，那么，这些瓷蒺藜至迟在辽道宗寿昌六年（1100年）已经制成。辽被金灭亡于保大五年（1125年，宋宣和七年），其后的瓷蒺藜当为金朝军工部门所造。据此推论，金朝的火器制造技术，或在辽保大五年后得自于辽，或自北宋靖康元年（1126年）正月进攻开封时，得自于宋。可见金朝军工部门掌握火器制造技术，应不晚于12世纪初叶。

---

① 《续资治通鉴长编》卷二七五，熙宁九年（辽道宗太康二年，1076年）五月辛酉，《续资治通鉴长编附拾补》三，第2589页。《宋史》卷一八六《食货志》也记载了熙宁九年颁布的类似禁令。



4. 西夏地区发现的瓷蒺藜

1984—1986年，宁夏灵武县磁窑堡磁窑遗址发掘出两个瓷蒺藜。其中之一为茶叶末釉（底部未施釉），圆形厚壁，上有小圆孔；圆球外表有3排乳头形蒺藜刺，上排6个，下2排各10个；瓷蒺藜外径12.4厘米，小圆孔径1.4厘米。另一件的形制构造与此相同，处表施褐釉[28]，其外形与前述1983年天津市蓟县出土的陶蒺藜相似（图1-3-6）。

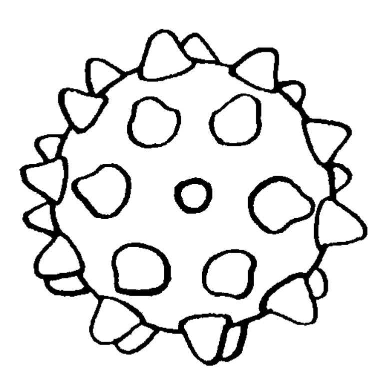


图1-3-6　宁夏灵武县出土的宋代瓷蒺藜（采自《汉唐与边疆考古研究第一辑》）

这两件瓷蒺藜出土于当年宋夏战争频繁之地的灵武县，该地后为西夏所据。这两个瓷蒺藜是西夏军工部门还是北宋军工部门所造，需要进行探讨。迄今为止，尚未发现西夏军工部门制造火器和西夏军使用火器的文献记载①，故无法说明它们是西夏军工部门所造。

如果从宋夏战争的过程看，北宋治平四年（1067年）正月，宋神宗赵顼继位后，决意进击西夏，并不断向前线调运武器装备，元丰六年（1083年）八月，朝廷应环庆路经略使赵卨之请，调运神臂弓1 000张、箭10万支②。元丰七年（1084年）正月，又给兰会路调运火药箭25万支③。元丰七年二月，朝廷为了加强熙州（今甘肃临洮）与河州（今甘肃莲花）的防御，从开封调运了大批武器装备。其中有黄桦神臂弓与黄桦乌梢金线弓3 000张，斩马刀、劈阵刀各10 000口，新样齐头刀15 000口，黑漆独猿弩2 000支，黑漆床座（床弩）1 000副，竹竿手牌5 000面，起节长梢弩5 000支，锥枪10 000条，毡20 000领，黑漆栾竹长牌1 000面，躬甲弓长箭20万支，神臂弓箭30 000支，独辕弓箭20万支，马黄弩箭50万支，神臂弓火箭10万支，火药弓箭20 000支，铁甲3 000领，皮笠子10 000顶，火药火砲箭2 000支，火弹2 000枚，铁额子5 000枚。与此同时，朝廷还派兵修筑城堡④。这是一次大规模的武器装备调拨行动，所调武器装备相当全面，其2 000枚火弹当是瓷蒺藜一类的罐装火器。当年二月以后，宋夏双方战于鄜延、泾原、环庆、熙河等路（分别在今陕西延安，甘肃临洮、平凉、庆阳）等地，这两个瓷蒺藜当是宋军在战场上的遗物。

第四节　南宋时期创制的火器

在北宋所创火药箭与火毬的基础上，南宋时期宋、金、蒙各方的火器又有较大的发展。

① 1989年9月19日《解放军报》发表了题为《武威出土世界最早的金属火炮》的消息，认为该炮为西夏时所造，但未见详细的发掘报告加以考证，故不能以其作为西夏造炮之根据，也不能说明西夏人已制造与使用了火器。

② 《续资治通鉴长编》卷三三八，元丰六年八月壬辰，《续资治通鉴长编附拾补》三，第3149页。

③ 《续资治通鉴长编》卷三四二，元丰年七正月乙未，《续资治通鉴长编附拾补》三，第3181页。

④ 《续资治通鉴长编》卷三四三，元丰七年二月癸巳，《续资治通鉴长编附拾补》三，第3189页。



一、火器发展的概况

北宋灭亡后，康王赵构在商丘（今属河南）建立南宋，并于南宋建炎三年（1129年）二月以临安（今杭州）为都。为抵御金军南下，朝廷在临安等不少军事重镇，建立军器制造作坊，制造火药与火器。据李曾伯在南宋宝祐五年（1257年）调查静江（今广西桂林）兵器贮存情况的报告中称，荆淮之地经常存有10多万只铁火砲，江陵府（今湖北江陵）每月能造一两千只铁火砲[①]。又据《景定建康志》记载，当时的建康府（今江苏江宁县南），在南宋开庆元年（1259年）四月至景定二年（1261年）七月的两年三个月内，就创造、添修了不少火器。其中：

> 创造、添修火攻器具共六万三千七百五十四件，内创造三万八千三百五十九件：铁砲壳十斤重四只、七斤重八只、六斤重一百只、五斤重一万三千一百四只、三斤重二万二千四十四只，火弓箭一千只，火弩箭一千只，突火筒三百三十三个，火蒺藜三百三十三个，火药弁袴枪头三百三十个，霹雳火袴壳一百只；内添修二万五千九百八十只，突火筒五百二个，火药弁袴枪头一千三百九十六个，火药蒺藜四百四个，小铁砲二百八只，铁火桶七十四只，铁火椎二十三条[②]。

上述统计数字表明，建康府的军器手工业部门，在当时制造火器的能力已蔚为大观，不但大量制造了北宋初创制的弓火药箭、弩火药箭、霹雳火毬、蒺藜火毬以及南宋初创制的铁火砲，而且还创制了突火筒。由于建康府所造火药、火器数量之多，故在南宋度宗时（1265—1274年）还改筑了炮药库，以为存贮火药、火器之用。

在此期间，金军在灭辽和灭亡北宋的过程中，由于占领了开封等许多火药与火器制造中心，留用了汉人工匠为其制造火器，并把纸壳火毬发展为铁壳火毬“铁火砲”，创制了单兵使用的“飞火枪”。

蒙（元）军在同金军和宋军的作战过程中，也学会了火器的制造与使用技术，并在对内对外的战争中大量使用。

南宋时期火器发展的重要标志，则是竹火枪与铁火砲的创制。

二、竹火枪的创制与使用

南宋时期的军事技术家与统兵将领，在改进火药箭与火毬的同时，又在研制新型火器，使之摆脱对弓弩和抛石机的依赖，扩大火器的使用范围。于是长竹竿火枪、飞火枪、突火枪等便应运而生。

1. 长竹竿火枪

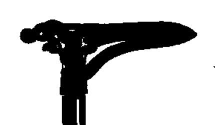
长竹竿火枪系军事技术家陈规所创[③]。南宋绍兴二年（1132年），陈规任德安知府时，有一股被金军战败转而为盗的宋军屡犯德安。当年六月十三日，乱军首领李横率部前来围攻德安，因久攻不下，便招募工匠建造大型攻城掩体天桥。天桥高3.5丈，阔2丈，底盘长6丈，靠6根巨大的脚柱支撑于地；桥身正面分三

---

① 南宋·李曾伯辑：《可斋续稿后集》卷五《条具广南备御事宜》。

② 南宋·周应合辑：《景定建康志》卷三九《武卫志二·军器》，嘉庆元年金陵孙氏祠刻本。中华书局，1989年版，影印本《宋元方志丛刊》第三册载。

③ 陈规：其生平事迹见本编第六章第二节一。



层，正面、两侧和顶部都用牛皮与厚毡作顶盖、挂搭，以御矢石；士兵可从天桥后部分三层登桥攻城。八月四日，天桥造成，李横命乱军将其推至城下，实施攻城。坚守德安的陈规在此期间，组织部下用“火砲药造下长竹竿火枪二十余条”①，并筹措了干竹、柴草及300头牛，准备用火攻焚烧乱军的天桥。当守城战进行到八月十九日时，陈规趁天桥倾陷之机，一面指挥士兵推柴草至天桥下焚烧②，一面又组织一支长竹竿火枪队“六十人，持火枪自西门出，焚天桥，以火牛助之，须臾皆尽，横拔砦去”③，陈规取得了德安保卫战的胜利。

史书对长竹竿火枪的形制构造未作介绍，但从德安守城战的记事中可知其枪身较长大，须三人使用一支，一人持枪，一人点放，一人辅助。枪内装填的火砲药已距北宋初所用的火砲药150多年，其性能已有较大改善，其燃速快，火力大。同时由于枪身长大，装填火药多，喷射时间较长，所以能在其他火攻方式的配合下，将大型天桥焚毁。长竹竿火枪比火药箭、火毬使用较方便，所以陈规便受到史家的称道，成为我国和世界上最早创制和使用管形火器的军事技术家。

近些年来，关于管形火器的创制年代有一些新看法。如有人认为敦煌藏经洞所出约绘于公元10世纪的“降魔变绢画”上的喷火器，是最早的管形火器。又有人认为《武经总要》卷十二中所说的火枪是最早的管形火器。又有人认为《行军须知》卷下《守城第十一》中所记载的火筒是最早的管形火器。又有人认为四川大足石窟约公元1128年的石刻中风神怀抱之风袋，是最早的管形火器，等等。对于这些看法，钟少异在《早期管形火器研究》中，作了言之有理的辨析，笔者不再赘述。笔者的基本看法是：上述图画、石刻和文字记载，都没有标示出所用喷火与杀伤的能源是由火药燃烧产生的，也没有标示出所用喷火与杀伤的机制和原理，仅以管状形象而忽略火药这一基础，似难推论出它们是利用火药的燃烧而进行喷射和发射的管形火器。长竹竿火枪正是在长竹竿内装填火砲药进行喷射火焰的，史家也正是基于具备这两者的原因，才确定陈规是管形火器创制者的历史地位。笔者认为，对管形火器的创制年代，还可继续进行深入的研究。

2. 飞火枪

飞火枪系金人所创，其形制构造在《金史》的《蒲察官奴传》和《赤盏合喜传》中都有所记载：

> (《蒲察官奴传》称)飞火枪“以敕黄纸（一种质地较好的纸）十六重为筒，长二尺许，实以柳炭、铁滓、磁末、硫黄、砒霜（疑为硝石之误）之属，以绳系枪端。军士各悬小铁罐藏火，临阵烧之，焰出枪前丈余，药尽而筒不损”④。

> (《赤盏合喜传》则说)“飞火枪，注药以火发之，辄前数十步，人亦不敢近”⑤。

---

① 《守城录》卷四《德安守御录（下）》，《四库兵家类丛书》二，第727～202页。

② 《守城录》卷四《德安守御录（下）》，《四库兵家类丛书》二，第727～202页。

③ 《宋史》卷三七七《陈规传》，《宋史》三三，第11643页。

④ 《金史》卷一一六《蒲察官奴传》，《金史》八，第2548～2549页。

⑤ 《金史》卷一一三《赤盏合喜传》，《金史》七，第2496页。



由此可见，飞火枪是一种注火药以发之的手持管形火器，火药与铁滓、磁末混装于枪筒内，以喷射火焰为主要杀伤手段，发射后枪筒完好，火焰喷（飞）出约一二丈远，其名称似也因此而得。

南宋绍定六年（1233 年，金天兴二年）正月，金哀宗率忠孝军退至归德（今河南商丘南），蒙古军亦尾追而至。金忠孝军首领蒲察官奴秘密制备飞火枪与各种战具，准备袭击蒙古军。五月初五日，蒲察官奴率忠孝军450 人，编成飞火枪队，每人各持飞火枪一支，并带铁火罐，内藏火源，夜袭蒙古军兵营。蒙古军从梦中惊醒，一时手足无措。金军450 支飞火枪火焰齐喷，营房四下火起，蒙古军纷纷溃逃。金军尽焚其栅而还，取得了夜袭蒙古军兵营的胜利。

金军使用的飞火枪，枪小而轻，便于单兵携带，能独立作战，可以喷射火焰烧灼一二丈远的敌军士兵。喷射完毕后，又可用锋利的枪头刺扎敌军。飞火枪是我国火器发展史上第一次装备集群士兵作战的单兵火枪，也是最早使用的一种手持式两用兵器。它的创制和使用，标志着我国单兵火枪的正式诞生。

金人创制的飞火枪，虽然已经装填了小颗粒的铁滓和磁末，但是从当时的作战过程可知，它们的主要作用仍是喷射火焰烧灼敌军，铁滓和磁末只是在被火药烧烫后，随火焰一起飞向敌兵，增强烧灼的力度，为刺杀敌军创造条件。直接击杀敌军的单兵枪，则是南宋开庆元年（1259 年）寿春府（今安徽寿县）火器研制者所创制的突火枪。

3．突火枪

据《宋史》记载：

> （突火枪）“以巨竹为筒，内安子窠，如烧放，焰绝，然后子窠发出，如砲声，远闻百五十余步”①。

突火枪的构造虽不能确知，但已具备管形射击火器的三个基本要素：其一是身管；其二是火药；其三是弹丸。由于突火枪以巨竹为筒，所以可在其中装填较多的火药，以及具有较大几何形状的子窠。其装填层次是火药在筒底，子窠在火药前，具有药弹分层装填的形式。由于枪筒中装填的火药量较飞火枪为多，所以火药在筒中燃烧后能产生较大的推力，使子窠获得较大的能量而沿着枪筒的轴线方向飞出，对有生目标产生击杀作用。子窠的构造虽尚待研究，但从“子窠发出”一句中，可知其不是粉末灰沙或细小的颗粒，因此，在飞出枪口后具有较大的动能，成为以击杀为主的单兵枪。冯家昇先生判断子窠是最初的子弹，是有一定道理的。突火枪（图 1－3－7）是南宋火器研制者的一大创造，它不但在南宋末期的作战中发挥了重要的作用，而且也是元代创制的第一代金属管形射击火器——火铳的先导。突火枪的创制受到后世各国火器史研究者的重视，公认它是世界上最早自发运用射击原理的管形射击火器，堪称世

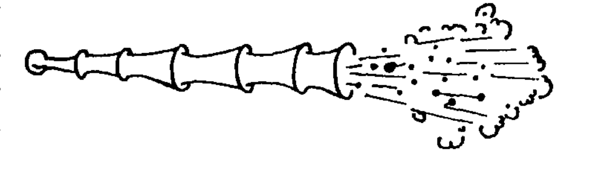


图 1－3－7　突火枪
（采自《火药的发明与西传》）

① 《宋史》卷一九七《兵十一·器甲之制》，《宋史》十四，第4923 页。

界枪炮的鼻祖。

三、铁火砲的创制与使用

铁火砲系由北宋初的纸壳火毬以及北宋后期的陶制与瓷制火蒺藜、火罐发展而来，这些火蒺藜与火罐到南宋时期，得到了进一步的推广和使用。据《续夷坚志》记载：

山西阳曲（今太原）北郑村中社，有一个名叫铁李的人，以捕狐为业，（金世宗）大定（1161—1189年）末，一日张网沟北古墓下，系一鸽为耳（饵），身在大树上伺之……未二更，狐至……铁李腰悬火罐，取卷爆（似为火捻）潜热之，掷树下，猛作大声，群狐乱走，为网所罥，瞑目待毙……以斧椎杀之"。①

上述记载说明铁李携带的是一个装填火药的小陶罐，使用时，点着火捻后，药燃罐炸，发出较大的响声，惊吓得狐狸四下乱走。这实际上是一个陶罐式火毬。

金人在灭辽亡北宋后，占据了河北大片领地，掌握了包括陶、瓷壳爆炸性火器的制造技术，并将其改进为铁壳火球，成为威力更大的爆炸性火器，用于作战之中。

南宋嘉定十四年（1221年），金军携铁火砲进攻蕲州，守将知蕲州赵诚之（一作李诚之）与司理参军赵与衮（一作赵与裕）率部加固城墙，增建楼橹，加筑羊马墙，将城内贮存之7 000支弩火药箭、10 000支弓火药箭、3 000只蒺藜火砲、20 000只皮大砲整修备用，并将它们分配给53座战楼的守军，以便凭城坚守②。金军兵临蕲州后，先于城外环列抛石机，向城内抛掷众多铁火砲，引起多处爆炸：打在城上，守城士兵中砲即死，甚至"头面劈碎，不见一半"；打在城楼上，城楼被摧毁；打中居民住户，造成居民伤亡。经过25天的围攻，金军占领了蕲州。赵诚之全家及其僚佐全部死难。赵与衮全家16人也亡于战祸，他本人仅免于难，事后作《辛巳泣蕲录》以记其事③。

铁火砲在战争中屡经改进后，成为威力更大的震天雷。绍定四年（1231年），金将完颜讹可在河中府（今山西永济）被蒙军击败后，率残部3 000人夺船而走，在溃逃途中，用震天雷炸毁蒙军拦击的战船，逃奔潼关。这是史书关于使用震天雷的最早记载④。

金军使用震天雷最著名的战例，是南宋绍定五年（1232年）参知政事赤盏合喜指挥的守开封之战。是年三月，蒙古军进围开封，在城外设立攻城器械，沿城壕树立木栅，以薪草填壕。壕外又筑城围150里，用抛石机向城上抛击石弹、火毬，击砸城上楼橹，焚毁城上防御设施。为了掩护士兵近墙进行掘城作业，蒙古军又制备了大型活动的遮挡式攻城器械"牛皮洞子"。牛皮洞子以木为架，洞顶蒙上牛皮，形同山脊式木屋，士兵将其推至城下，荫蔽其中，进行掘城作业。金军为破牛皮洞子，便从城上用铁索悬吊震天雷，点燃火捻后沿城壁下吊至蒙古军掘

---

① 金·元好问（号遗山）：《续夷坚志》卷二，第1页。

② 南宋·赵与衮编：《辛巳泣蕲录》，商务印书馆，1959年版，丛书集成初编本，第3页。

③《宋史》卷四四九《李诚之传》，《宋史》三八，第13243～13244页。

④《金史》卷一一一《完颜讹可传》，《金史》七，第2446页。



城处爆炸，使蒙军“人与牛皮皆迸碎无迹”①。《金史·赤盏合喜传》说震天雷用“铁罐盛药，以火点之，砲起火发，其声如雷，闻百里外”②。其燃烧之烈，能熔透铁丝编织的铠甲；其爆炸之猛，能使人与牛皮都迸碎无迹。当时有一个金人名儒刘祁，曾在城中目睹震天雷的爆炸威力：

北兵攻城益急，砲飞如雨，用人浑脱，或半磨，或半碓，莫能当。城中大砲（一作火砲）号“震天雷”应之，北兵遇之，火起，亦数人灰死③。

此记载说明，蒙古军虽然也使用火毬进行攻城，但是其威力远不如金军使用的震天雷。蒙古军因攻城不下，便于四月撤兵。

金人创制的铁火砲，后来发展为四种不同的样式（图 1－3－8）。

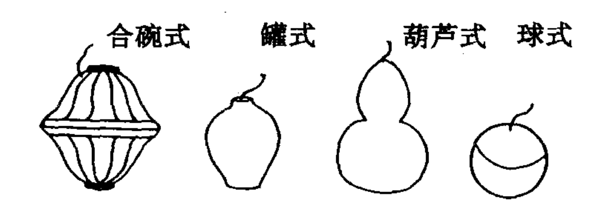


图 1－3－8　四种铁火砲
（采自《中国火器史》）

《辛巳泣蕲录》说铁火砲像一个匏而口小，“用生铁铸成，厚有二寸”④。

明朝嘉靖年间的何孟春说：

西安城上旧贮铁火砲曰震天雷者，状如合碗，顶一孔，仅容指，军中久不用，余谓此（是）金人守汴（开封）之物也⑤。

可见金军守开封用的铁火砲是一种罐式震天雷，口小腹大，铁壳较厚，内装火药，口中通出火捻。

还有一种球形铁火砲见于日本的《太平记》、《八幡愚童训》等文献记载，是蒙古军同日军作战时使用的铁火砲。

铁火砲的创制和使用，表明爆炸性的火器已经从纸壳发展为铁壳，从而增大了杀伤和摧毁的威力，并成为后世所创铁壳爆炸弹的先导。

四、火器使用的增加

南宋时期，由于火器制造数量的增加和性能的改善，在宋金、金蒙、宋蒙之间的战争中，火器的使用已呈与日俱增之势。

南宋开禧三年（1207 年）正二月间，宋军荆鄂都统赵淳率部坚守襄阳，以霹雳砲、火药箭等火器，对金军进行 3 次反击，终于打退了金军 20 万人的进攻。

第一次，赵淳于正月初三日率领宋军“用霹雳砲打出城外，虏人惊惶失措，人马奔溃”，金军所列每座抛石机下的抛射手，尽为宋军俘杀；生擒金军谋克王通

① 《金史》卷一一三《赤盏合喜传》，《金史》七，第 2496 页。
② 《金史》卷一一三《赤盏合喜传》，《金史》七，第 2497 页。
③ 金·刘祁撰：《归潜志》卷十一，中华书局，1983 年版，第 123 页。
④ 南宋·赵与衮编：《辛巳泣蕲录》，第 23 页。
⑤ 明·何孟春：《余冬序录摘抄》外篇卷五。



等8人，缴获器甲鞍马甚多①。

第二次，当金军于正月初五日拥众攻城时，赵淳即指挥伏兵，将靠近城门处已经削薄的城墙推倒，突击正在猛攻城门的金军；与此同时，“仍于城上擂鼓发喊，并打霹雳砲出城外”，金军惊骇退走②。

第三次，赵淳于二月二十五日夜，乘雨急之时，指挥宋军驾驶30多艘大小船只，上载霹雳砲与火药箭，直驶对岸金军营寨，一时鼓声四起，众弩齐发，万箭乱射，并施放“霹雳火砲箭，人虏营中……死伤二三千人，马八九百匹”③。

经过大约3个月36次的战斗，宋军取得了襄阳保卫战的胜利。作战中使用的霹雳砲，已从《武经总要》记载的燃烧性火器，发展为爆炸性火器，其杀伤力也大为提高，并为铁壳火毬即铁火砲的创制，提供了经验。南宋嘉定十四年（1221年）用铁火砲进攻蕲州之战，绍定五年（1232年）用震天雷坚守开封之战，都是使用铁火砲的著名战例。

南宋后期，元朝兵临长江，进逼江南，进攻宋朝的军事重镇。宋军为抵御蒙古军的进攻，在建康府、江陵府、静江等地，贮备了大量火器，随时准备用于作战。

南宋咸淳八年（1272年），宋朝义士张顺、张贵率三千敢死之士，携火枪、火砲，乘轻舟百艘，突破元军包围，增援襄阳被围宋军④。

南宋景炎二年（1277年），元平章阿里海牙率部进攻广西静江（今广西桂林）。静江为广西坚城，城内贮有较多的火药箭、火枪及大小铁火砲，由宋左武卫将军马暨兼守。元军攻城三月，遂破其城。马暨的部将娄铃辖，仍率250名宋军坚守月城不降。元军攻城十余日，娄部因缺粮乏食，难以支持，便引爆一具大铁火砲，集体殉国。该砲爆炸时“声如雷霆，震城土皆崩，烟气涨天外，兵多惊死者，火熄人视之，灰烬无遗矣”⑤。足见此时铁火砲的威力之大。

元至元十六年（1279年）二月，元军都元帅张弘范率部进攻宋廷最后的立足之地厓山（今广东新会南）。宋将张士杰率部以火砲抵御。在元军火砲、火药弓弩的攻击下，宋军7艘战船被攻破。在张弘范进逼中军时，宋臣礼部侍郎陆秀夫背负宋帝赵昺投海而死，南宋灭亡⑥。

第五节 元朝创制的火铳

元朝兵器制造部门所取得的突出成就，是在南宋所制竹火枪与铁火砲的基础

① 南宋·赵万年：《襄阳守城录》第3页，江苏广陵古籍刻印社，1984年版，影印本《笔记小说大观》（五），第198页。

② 南宋·赵万年：《襄阳守城录》第6页，江苏广陵古籍刻印社，1984年版，影印本《笔记小说大观》（五），第200页。

③ 南宋·赵万年：《襄阳守城录》第3、6、10页，江苏广陵古籍刻印社，1984年版，影印本《笔记小说大观》（五），第202页。

④ 《宋史》卷四五〇《张顺传》，《宋史》三八，第13248页。

⑤ 《宋史》卷四五一《马暨传》，《宋史》三八，第13270页。

⑥ 《元史》卷一五六《张弘范传》，《元史》十二，第3683页。



上，创制成第一代金属管形射击火器“火铳”。火铳的创制，首先是以当时火药性能的改良为基础的。

一、火药性能的改良

从蒙古军在宋末元初广泛使用铁火砲、突火枪、竹火筒进行作战的情况来看，当时火药的发射与爆炸威力已大为增强，蒙古（元）的军工部门也已掌握了火药火器的制造技术，但是有关元朝的史料对此却无直接记载，只能从一些有关的事件中间接获得元朝火药发展情况的信息。

1. 从“扬州砲祸”看元初的火药

元至元十七年（1280 年），扬州砲库发生了一次大爆炸，史称“扬州砲祸”。宋元之际的周密在《癸辛杂识》前集“砲祸”中，对爆炸所造成的严重破坏，作了详细记载：

> 砲库起火后，“火枪①奋起，迅如惊蛇……诸砲并发，大声如山崩海啸……远至百里外，屋瓦皆震……事定按视，则守兵百余人皆糜碎无余，楹栋悉寸裂，或为砲风扇至十余里外。平地皆成坑谷，至深丈余。四比居民二百余家，悉罹奇祸。

从作者的描述中可知，当时库存的火枪，都已装填了良好的发射火药与弹丸，处于待发状态，所以起火后即万弹齐发，弹丸如蛇迅飞；当时库存的铁火砲都装填了爆炸性火药，所以着火后诸砲同时爆炸，不但震飞了屋瓦，碎裂了栋梁，炸杀了士兵并粉碎了他们的尸体，四周二百多家居民遭难受害，而且产生了强烈的冲击波（砲风），将栋梁房柱吹到数十里之外。从扬州砲祸的严重破坏后果中，可以看出当时所藏火药之多和火药性能之良好。

2. 元朝火药的组配比率

1974 年 8 月，西安景龙池巷南口，出土了一件铜手铳，经考古部门考证，它是 14 世纪初元朝的制品。该铳药室中尚残存着致密结实的块状火药，经有关部门进行科学检测，该火药中硝、硫、炭的组配比率大致是 60%、20%、20%。同宋朝的火药相比，硝的含量已明显增加，除硫黄和木炭外，各种杂质已经剔除，是一种较好的粒状发射火药[31]。同欧洲 14 世纪中叶所用火药的组配比率 67%、16.5%、16.5% 相比，大致相接近，这在一定程度上反映了中国火药西传的情况。

3. 从阿拉伯火药配方中进行反向判断

法国的火药史研究者拉努（J. T. Reinaud）和法韦（I. Favé），在 1845 年出版的《希腊火攻法及火攻之起源》中，刊载了 13 世纪末叶阿拉伯国家的一些火药配方，其中有一部分是直接从中国传过去的。如在公元 1285—1295 年间使用的契丹火箭与契丹火枪等火药配方中，其硝、硫、炭的组配比率是 63.2%、21%、15.8%（内含契丹花 9.5%）。同残存于西安铳中火药的组配比率相差无几。

上述几种资料从不同的侧面，反映了元代火药比宋代火药的改良之处，归纳起来大致有如下几点：

其一，提高了硝石和硫黄的提炼纯度，减少了杂质，改良了火药的性能。

---

① 似指突火枪、竹火筒一类的火枪。



其二，剔除了火药中的慢燃烧物质，使之只含有硝石、硫黄和木炭三种成分。

其三，含硝量已达60%以上，成品多为颗粒状，具有较大的威力，具备了发射火药的基本条件。

元朝火药的这些改良，为火铳的创制提供了最重要的物质基础。

二、火铳初创时期的制品

元朝初创的火铳，虽因史书记载的缺乏而不能确知，但从一些出土实物中，也可判知其概况。

1. 阿城铳

1970年7月，在我国黑龙江省阿城市的半拉城子，出土了一件单兵使用的铜手铳，简称阿城铳[32]。铳身由前膛（亦称铳膛，即由铳口至药室前的部分）、药室（装填火药的部分）和尾銎（药室后至尾端部分）三部分构成。铳身全长3 400毫米，铳膛长175毫米，口径26毫米，重3.55千克；药室呈灯笼罩式隆起，壁上开有一个火门，通过火门可插一根火捻，从中通出铳外，供点火用；尾銎中空，可插木柄，以便操持；铳身刻有“×”号，但无铭文，所制年代不明，但将其与“至正辛卯铳”相比，可以看出其制工较粗糙简陋，当是元代较早的制品。

2. 西安铳

此铳于1974年8月，出土于西安东关景龙池巷南口外，简称西安铳（图1-3-9）。与阿城铳相比，此铳显得粗短，全长265毫米，口径23毫米，铳膛长140毫米，重1.78千克。口径和銎口外沿各有一道箍，连同药室前三道箍、药室后一道箍，共有六道箍，似为强固铳身之用。此铳制作工艺尚属粗糙，铳壁各部厚薄不均。因铳身无铭文，故纪年不可考。但根据《西安出土的元代手铳与黑火药》[31]中称，伴随此铳出土的其他文物，同西安北郊的元代安西王府遗址出土的同类文物的年代相近，而安王于1298至1307年活动于该地，故似可认为西安铳大约制于14世纪初。

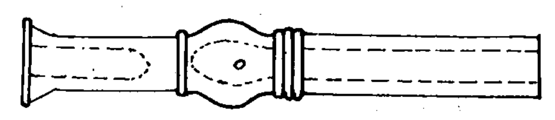


图1-3-9　西安铳
（采自《考古与文物》1981年第3期）

3. 黑城铳

此铳于1971年秋在内蒙古自治区托克托县黑城出土，简称黑城铳。铳身全长295毫米，口径25毫米，铳膛全长175毫米，药室长40毫米，尾銎长80毫米，重2.3千克。其外形与西安铳相近，只是在药室前少了一道箍，而且两箍之间有一定间隔，不像西安铳那样三箍紧相邻接[33]。从构造特点看，此铳大致与西安铳制作的年代相近，可能要稍晚一点。

4. 通县铳

此铳于1970年出土于北京通县，简称通县铳。全长367毫米，口径26毫米，铳膛长181毫米，药室长63毫米，尾銎长109毫米，尾銎径26毫米，重2.13千克。此铳在构造上与上述几种铳稍有不同，铳膛及尾部都成喇叭形，药室前后各有一道箍，制造工艺粗糙，式样古朴。铳身无铭文，制造纪年无法确考，但同前



几件铜手铳相比，大致也属于14世纪初的制品①。

5. 至正辛卯铳

此铳藏于中国人民革命军事博物馆中（照片1），全长435毫米，口径30毫米，重4.75千克，铳身自铳口至尾端共有六道箍和三处铭文：

（前部刻有）射穿百扎　声②动九天

（中部刻有）神飞

（尾部刻有）至正辛卯　天山

以上铭文共16字，“至正辛卯”说明该铳制于元至正十一年（1351年），尾銎壁上留有两孔，似为安插手柄之用。据收藏单位保存的资料称，该铳于乾隆二年（1737年）在益都（今属山东）被人发现。原为山东博物馆藏品。1951年调至北京。1957年3月1日山东《大众日报》作了报道。1958年转至现藏单位。此铳制作精细，表面光滑，造型美观、保存完好，刻字工整，清晰醒目。这些特点不但上述各铳所不具，而且在出土的洪武年间（1368—1398年）制作的铜手铳中，也很少有如此精致的成品。

6. 天佑丙申铜手铳

1983年12月，浙江省余杭县（今余杭市）文物管理委员会，在该县瓶窑镇供销社废品收购站，征集到一件元末铜手铳，现为余杭市博物馆收藏[34]。该铳在形制构造上与“至正辛卯铳”相似而略小。全长326毫米，口径28毫米，重3.665千克，铳身自铳口至尾端也有六道箍：铳口、铳尾各一道，药室前后各两道，与至正辛卯铳六道箍的分布也稍有不同。铳身前部刻有8字：“天佑丙申　朱府铸造”。故简称为“天佑丙申铳”（照片2）。“天佑”为元末张士诚称王时的年号，“天佑丙申”即天佑四年（1356年，元至正十六年）系该铳制造之年③。

张士诚系元末泰州白驹场（今江苏大丰西南白驹）人，以操舟运盐为业，于至正十三年（1353年）正月，与其弟张士德、张士信和壮士李伯升、吕珍等十八人起兵反元。当年五月，张士诚据高邮（今江苏高邮市），称诚王，国号大周，改元天佑。元至正十六年（1356年）二月，张士诚所部克平江（今苏州）并将其改为隆平府，其政权机构亦自高邮迁至隆平。当年七月占领杭州。元至正二十六年十一月，朱元璋部将朱文忠（即李文忠）占领杭州，张士诚部将潘原明等开城投降。张士诚所部在杭嘉湖地区统辖达11年之久。据此可知，该铳约制于张部占领苏州之年，后为其部带至杭州地区，故能在距杭州市北郊不到20公里的余杭瓶窑镇一带被发现。据余杭市文物管理委员会陆文宝考证，铭文“朱府铸造”四字，似可说明为吕珍之副将朱暹所督造。

天佑丙申铳在形制构造、制工精细、铭文工整而清晰醒目等方面，与至正辛卯铳不相上下，都是元手铳向洪武手铳过渡的制品。此铳的发现，对研究元末的

---

① 通县铳的实物现由首都博物馆收藏。

② 铳身的刻字原为繁体汉字，如聲、動、飛等，现均改为简化汉字声、动、飞。以下各铳原刻繁体汉字，均改为简化汉字。

③ 《明史·张士诚传》、《国榷》卷一，癸巳（元至正十三年）五月之记事，具称张士诚据高邮，称诚王，改元天佑之事为至正十三年。另一说为至正十四年正月。



火器制造与战事具有重要的意义。此铳的制造年代比至正辛卯铳只晚四年，消除了学者们过去对至正辛卯铳制作年代与制工精致、刻字工整之怀疑，即这两件手铳的铭文准确地标示了它们的制作年代。至正十四年（1354年），元廷淮东宣慰司纳速拉丁所部在镇压张士城部时，“发火箭火镞”射杀张士诚士兵之火箭当为火铳。至正十九年（1359年）二月至五月，朱元璋部将胡大海所部，在进攻吕珍所部坚守的绍兴时，双方所用的火筒也就是这类铜手铳。进一步证明，过去所说“周炮”是张士诚东吴政权所造的火器，实为讹传之误①。

7. 至顺三年铜盏口铳

中国历史博物馆收藏了一件铜制盏口铳，因其铳口部形似古代的酒盏而得名(照片3)。铳身全长353毫米，口径105毫米，尾底口径77毫米，重6.94千克。铳身较粗大，由盏形铳口部、铳膛、药室和尾銎构成。盏形铳口较宽大，便于安放较大的石制和铁制球形弹丸。盏球铳口部后为铳膛，呈直筒形，膛径80毫米。铳膛后部为药室，呈灯笼罩式隆起，壁上开有火门，供安插火线用。药室后接尾銎，銎壁两侧有方孔，可横穿一轴，供提运火铳用。发射时，可用铳身下垫木块的多少调整俯仰角。铳身刻有20个字：

至顺三年（1332年）二月十四日　绥边讨寇军　第三百号马山

史家因铳身所刻纪年而将此铳取名为“至顺三年铳”。此铳铳身较重，多安于架上，作为守御隘口之用。此铳所刻其他铭文的含义尚待深入研究。该馆还收藏了另一件馆内编号为C_5 1728的铜火铳，铳身阴刻铭文“和平三年吉马山”等字，该馆存档卡注称：“‘和平’二字后刻，伪。其他铭文真。”但从两铳刻有“马山”二字，可知它们都是同一作坊制成后部署于同一防区的火器。

据该馆专家介绍，至顺三年铳是中华人民共和国成立前，一个文物爱好者在北京西南郊的云居寺发现并收藏的文物，新中国成立后被首都博物馆征集，后转至现存单位收藏，其形制构造与前述元大德二年铜碗口铳相似。

元代创制和使用的火铳，使我国管形射击火器出现了由竹制火枪向金属火铳的一次飞跃。它与突火枪等竹制火枪相比，既继承了竹制火枪的长处，又具有比竹制火枪使用寿命长，制造规格易于统一，构造比较合理，射速比较快等优越性，所以被元军和农民起义军广为采用，在各种样式的作战中发挥了重要的作用。

三、火铳在作战中的最初使用

元末时期，火铳已在攻守城战和水战中开始使用。

1. 火铳在攻城战中的使用

火铳在攻城战中主要用于击杀守城敌军的个体目标，比较著名的战例有二。

其一，元至正十九年（1359年）二月，朱元璋部将胡大海率部进攻绍兴，张士诚部将吕珍率部坚守。三月五日，胡军用火铳攻城，吕珍部下总管钱保的手臂被击伤。五月十四日，胡军全面围城，发射的“矢石如雨，又以火筒、火箭、石

① 王兆春：《中国火器史·关于“周炮”的制造年代》中，对此问题作了较为详细的考证。请参看军事科学出版社1991年版《中国火器史》，第58~63页。



砥、铁弹丸入城中，其锋疾不可当"①。

其二，元至正二十六年十一月，朱元璋部将徐达率部20万进围张士诚东吴政权的都城平江（今江苏苏州），进行歼灭张士诚势力的最后一战，其攻城部署是：

（在城外筑长围）"架木塔与城中浮图等，筑台三层，下瞰城中，名曰敌楼，每层施弓弩、火铳于上，又设襄阳砲击之，城中震恐"②。

在朱元璋所部士兵用弓弩与火铳的射击下，张士诚部下常被击杀，其弟张士信也在平江被围的第二年被火铳击中脑壳而死。经过一年的围困，士兵饥饿无粮。最后张士诚兵败城破，被俘至金陵，于元至正二十七年（1367年）九月自杀身死③。同北宋靖康元年（1126年）闰十一月金军攻占开封之战（见第四章第六节二"金宋开封之战"）中攻守城器械相比，两者都是攻守都城之战，但金宋开封之战所使用的是火毬、火药箭等初级燃烧性火器，而朱元璋军攻取苏州之战所用的火器，已经使用了火铳，在攻城火器的使用上，已经发展到高一级的阶段。同样，在守城战中也是如此。

2．火铳在守城战中的使用

火铳在守城战中主要用于击杀攻城敌军的个体目标。元至正十九年二月，当胡大海所部进攻绍兴城时，吕珍指挥守军于初八日在城上，"以砲石、火筒（即火铳）击其前锋"，毙杀胡军二人④。三月十二日，守军以马俊为先锋，率壮士出击，"以火筒数十，应时并放，敌军不能支"⑤。四月初七日，胡军进攻绍兴稽山门，驰突春波桥，守军以火筒射倒数名攻城士兵⑥。初九日，胡军封锁昌安门，欲断绝城内粮道，吕珍所部"元帅包玉、总管倪昶等急攻之，火筒、砲石之声昼夜不绝"⑦。可见火铳在守城战中发挥了重要作用。

在守城战中，也常以火铳与冷兵器相结合打退攻城敌军。元至正二十二年二月，张士诚令其弟张士信及部将吕珍，率兵100 000进攻诸全。朱元璋部将谢再兴率部坚守29日，未被攻破。此时恰有胡德济率兵自信州（今江西上饶）来援。二将在侦知敌情后分门而守。至夜半，令军士饱餐后出击，城中一时"金鼓铳炮震天地"⑧，敌军震恐，胡德济督兵出城反击，张士信部自相蹂躏，大溃而退。

至正二十三年四月至七月，朱元璋部将邓愈率部坚守南昌时，指挥守军用火铳与冷兵器相结合的战术，多次打退陈友谅所部的进攻，使其部顿兵于坚城之下达85日之久⑨。

3．火铳在水战中的使用

---

① 元·徐勉之撰：《保越录》，第8页。

② 《明太祖实录》卷二一，丙午十一月癸卯，中国台北历史研究所1962年版，影印本《明实录》一，第309页。以下引书时均同此版本。

③ 《明史纪事本末》卷四《太祖平吴》，《明史纪事本末》一，第75页。

④ 《保越录》，第4页。

⑤ 《保越录》，第11页。

⑥ 《保越录》，第16页。

⑦ 《保越录》，第17页。

⑧ 《明史纪事本末》卷四《太祖平吴》，《明史纪事本末》一，第60页。

⑨ 《明史纪事本末》卷三《太祖平汉》，《明史纪事本末》一，第41页。



至正二十三年（1363年）七月，朱元璋统舟师20万至鄱阳湖，同陈友谅主力号称60万（双方兵力都有夸大）进行决战。战前，朱元璋察看了陈友谅以巨舟相连的水阵，认为其多船环连的水阵，不利进退，遂将本部战船分编为20队（一说11队），并将船上装备的“火器弓弩，以次鳞列”，同时给将士传授攻战之术，“近寇舟，发火器，次弓弩，近其舟则短兵击之”①。作战开始后，朱元璋的部队即按部署排开，攻击陈友谅部队的水阵，将战船上装备的“火砲、火铳、火箭、火蒺藜、大小火枪、大小将军炮……”② 等火器，一起发射、抛掷至陈军战船上，焚毁其船20余艘，陈军死伤甚众。之后，双方又经过多次激战，陈友谅所部溃败，本人也于八月九日在九江口中箭身死。

朱陈双方在鄱阳湖的决战，是我国战争史上第一次使用火铳进行的水战。此战兼用三种方式：先在远距离上以火铳攻击敌舰，以摧毁和焚烧敌船，削减其战斗力和机动力；其次以弓弩射杀敌军，再次削减敌船的战斗力；最后是接舷跳帮，短兵相搏，歼灭敌军，结束战斗。其所用火器较南宋陈家岛水域之战（见第五章第四节三“宋金陈家岛水战中火药与火砲的使用”）中宋军使用的火器，已从燃烧敌船跃变为用火铳（实际上是最早的舰炮）击杀敌船将士，摧毁和焚烧敌船船具的阶段，创造了火铳与冷兵器相结合的水战战术，而朱元璋则是创造这种战术的统帅。

元末火铳在攻守城战和水战中的初步使用，已显示出其特有的优越性，成为在这些样式作战中创造火铳与冷兵器相结合战术的基础，并为火铳的扩大使用提供了重要的经验。

我国古代火药在唐代后期发明后，经过宋初军事技术家的改进，制成火器，用于战争，开创了人类军事技术史上火器与冷兵器并用的新时代。火器一旦用于战争后，就显示出巨大的威力和优越性，展现出广阔的发展前景，成为此后人类衡量军事技术发展水平的主要标志，也为军事领域诸方面的变化和变革，注入了最活跃的因素。

四、火药技术在烟火中的应用

宋元时期除将火药技术用于军事外，还用于娱乐烟火中。宋代已经出现了制作烟火的作坊与烟火匠师，他们制作的烟火制品有各色爆仗、五色烟火、起轮、走线、流星、水爆、地老鼠等。③ 有的烟火匠师不但是烟火制品的设计和制造者，而且还是表演烟火戏的著名艺人，如北宋汴梁（今河南开封）的李外宁等人④，南宋临安（今浙江杭州）的陈太保、贾岛子等人⑤。当时的烟火制品主要用于下列三方面。

---

① 《明史纪事本末》卷三《太祖平汉》，《明史纪事本末》一，第42页。

② 清·钱谦益：《国初群雄事略》卷四《汉陈友谅》，中华书局，1982年版，校点本第103页。

③ 宋·周密撰：《武林旧事》卷三《西湖游幸》，中国商业出版社，1982年版，《武林旧事》，第42页。以下引用此书时均同此版本。

④ 宋·孟元老撰：《东京梦华录》卷五《民俗》，中国商业出版社，1982年版，《东京梦华录》，第32页。以下引用此书时均同此版本。

⑤ 宋·周密撰：《武林旧事》卷三《西湖游本》，中国商业出版社，1982年版，《武林旧事》，第141页。



1．用于喜庆节日烘托气氛

这类记载甚多。据《梦粱录》记载，当时汴梁每逢除夕之夜，家家洒扫门闾，去尘秽，净庭户，挂钟馗，钉桃符，贴春牌，祭祀祖宗，而爆竹、烟火更是渲染了除旧岁的气氛：

是夜，禁中爆竹嵩呼，闻于街巷……烟火屏风诸般事件……声震如雷①。

《武林旧事》在记载汴梁除夕夜的热闹场景时称：

殿司所进（烟火）屏风，外画钟馗捕鬼之类而内藏药线，一锈连百余不绝②。

可见这是一种连环相延相续的连放式烟火。该书还记载了春节大年初一皇宫中施放爆竹与烟火的盛况③。在元宵节时，除皇宫中施放架式烟火百余架外，有些地方也“闲设雅戏烟火”④。上述记载说明有宋一代在辞旧岁迎新春时，施放爆竹、烟火已是比较普遍的欢庆方式，同时也从一个侧面说明当时火药制造已经相当发达了。

2．用于戏剧与杂耍表演

这类烟火通常是在一般的火药配方中，加入具有不同色素的物料制成的五色烟火，一经燃放便五彩缤纷，观赏效果良好，这是宋代烟火匠师们的一大创造。据洪迈（1123—1202年）在《遗坚志》补卷第二十《神霄宫醮》记载：

葛楚辅丞相云，“绍兴末年，湖州（今属浙江）旌村曹巡检，京师人，故隶名宿卫，能谈宣和遗事。尝言郑太师家命道士章醮，别有道人来，哂其无术，请郑扫洁廷宇，先期斋戒，盛铺列。明日初夜，家人肃立廷下，内外謦欬不闻。忽仙乐玲玲，从空而来，乘彩云下至祠所，伶官执笙箫合于前，女童七八人，履虚而行，歌舞自若，而神宫仙众逍遥于后。顷之，云烟蔽覆，对面不相见。一大声如净鞭鸣跸，随即寂然，道人不复见，供器皆用金银，并无一存。郑氏知堕术士计中……”“盖此夕为奸诈者，尽散乐也。烟云五色者，以焰硝硫黄所为，如戏场弄狮象口中所吐气……”

此记载是说一个道士以施放五色烟火作障眼魔术，达到障人眼目盗取宝器之目的。其手法大致同现今舞台上施放烟幕一般。又从记载中可以看出，五色烟火所用的原料与军用火药所用的原料一致，只是加上一些具有色素的物料而已。

由于五色烟火具有蔽覆与营造情节气氛的作用，所以被杂耍艺人广为应用，以至形成一种专门的烟火戏。清初学者赵学敏在《烟火戏》中对此作了介绍：

更有烟火放于白日者，名为烟戏，此种杂剧又不以火而又烟为用，有结成五色楼台、人物、山水。

灌圃（亦作灌园，赵姓）耐德翁在《都城纪胜·瓦舍众伎》中也有类似的记载：

---

① 宋·吴自牧撰：《梦粱录》卷六《除夜》，中国商业出版社，1982年版，《梦粱录》，第46页。以下引此书时均同此版本。

② 《武林旧事》卷三《西湖游幸》，第51页。

③ 《武林旧事》卷三《西湖游幸》，第33页。

④ 《武林旧事》卷三《西湖游幸》，第35～36页。



杂手艺皆有巧名：踢瓶、弄碗、踢磬、弄花鼓槌……及鱼弄熊、烧烟火、放爆竹、火戏儿、水戏儿……

不难看出，这是对当年杂技表演节目的一种精彩会串。

3. 用于军事演习和操练

五色烟火在南宋也常用于军事演习和操练，其中规模较大、场面颇为壮观的一次，是南宋淳熙十年（1183 年）八月十八日在钱塘江观潮时的水军演习。是时，皇帝与文武百官至钱塘江观看。参加演习的有澉浦金山都统司水军 5 000 人，殿司新刺防江水军与临安府水军也一同参加，共有战船千只。《武林旧事》记载了演习场面：

管军官于江面分布五阵，乘骑弄旗，标枪舞刀，如履平地，点放五色烟砲满江，及烟收砲息，则诸船尽藏，不见一只。奉圣旨自管军官已（以）下，并行支犒一次①。

看来演习相当成功，参加演习者都得到了孝宗皇帝的犒赏。从记载中可以判知，当时的五色烟砲大致是同《武经总要》所说的毒药烟球相似的毬类火器，不过其中除火药以外所装填的不是含毒药料，而是含有色素的物料，以助观瞻，以壮声威。此等五色烟砲的制作方法一直流传至今，如今国庆节在天安门广场施放的彩色烟火大体也是纸壳球形的，不过其制作技术要高明得多了。从记载中还可判知，我国使用五色烟火至迟不晚于 1183 年。

南宋淳熙年间（1174—1189 年）的每年八月十八日，水军在钱塘江观潮和演习已成定例。据《武林旧事》记载：

每岁京尹出浙江亭教阅水军，艨艟数百，分列两岸，既而尽奔腾分合五阵之势，并有乘骑弄旗标枪舞刀于水面者，如履平地。倏而黄烟四起，人物略不相睹，水爆轰震，声如崩山。烟消波静，则一舸无迹，仅有敌船为火所焚，随波而逝②。

吴自牧除在《梦粱录》卷四《观潮》中，对南宋军在每年八月十八日于钱塘江“试砲放烟”，进行军事演习之事做了记载外③，还在该书卷二《州府节制诸军春教》中，记载了临安各州府宋军在每年阳春三月于教场“试砲放烟”，进行军事演习之事④。可见施放烟火已是宋军军事训练的必修科目，其目的除达到五色烟火的助观瞻、壮声威的礼仪目的之外，还有烟火毬焚烧敌船的水战目的。

烟火的广泛使用导致烟火制品的日益增多，其中起轮、流星（即后之起火）、地老鼠等更是常见，它们之所以能在点火后进行升空、远飞和在地上旋绕，主要是由于烟火匠师创制了能够在点火后产生反推力的装置。这种装置的反推原理便被火器研制者移用于火箭制造的技术中，制成了利用火药燃气反推力推进的火箭，用于作战。这是烟火匠师们对火箭技术发展所作出的重大贡献。

烟火匠师们制作烟火的技术深受兵家的重视。南宋的华岳在《翠微北征录》

① 《武林旧事》卷七，第 151 页。
② 《武林旧事》卷三《西湖游幸·观潮》，第 49 页。
③ 《如梦录》卷四，第 26 页，卷二，第 12 页。
④ 《如梦录》卷四，第 26 页，卷二，第 12 页。



中，曾建议当局组建28种具有特殊技艺的部队，其中“烟火将”就是一种。该书第一卷称：

有善飞烟、射火、流光、走爆，可以通放者，聚为一卒，名曰“烟火将”①。

火器与烟火的技术之源为火药配制技术，一为军用，一为民用。由军用带动民用，又由民用促进军用，乃至军用与民用兼有，两者相辅相成。火器的发展从宋代开始就明显地体现出这种规律了。

第六节 初级火器向邻国的传播

宋朝创制的初级火器，不但通过国内各民族之间的战争，辐射至辽夏金蒙各民族地区，而且还通过蒙古（元）军的对外战争，辐射到周边国家，引发了这些国家的火器制造和使用。

一、向高丽传播

高丽是中国的近邻，在宋元明清时期既曾兵戎相见，又多友好往来，更体现出唇亡齿寒的关系。中国的火器技术就是在这种复杂的关系中，通过多种方式从元初开始传播至高丽的，到元末至明代，这种传播便日益扩大。

1. 元军用初级火器同高丽军作战

蒙古人在太宗三年（1231年）至四年，以其使节在高丽被杀为由，兴兵携火砲进入高丽，攻占其王京开城，以武力迫使其为属国。元至元十七年（1280年）至十八年，元廷又以征倭为名，在高丽设置征东行省，并在当地征集步兵、水手25 000人，战船900艘，以为进攻日本之用，高丽士兵也因此而掌握了陶制火蒺藜与震天雷等初级火器的制造与使用技术。此前不久，元军已于至元十六年攻灭南宋，大批汉人前往高丽定居，将中国的科技文化传入高丽。与此同时，大批的高丽僧人、留学生、商人、使者和学者，也来到中国，为双方的技术交流创造了条件。

2. 明朝与高丽通好

高丽恭愍王王颛（蒙古名为伯颜帖木儿）在位时（1352—1374年），高丽沿海深受倭患之害。其时恰逢中国元末农民大起义，朱元璋（1328—1398年）所部于元至正二十八年（明洪武元年，1368年）正月，在金陵（今江苏南京）建立明朝，并于八月攻克大都（今北京），推翻元朝。明朝建立后，明太祖朱元璋即派使臣至高丽王京都开城，致玺书与高丽朝廷通好。洪武二年，恭愍王也派使臣至明廷上表祝贺。朱元璋又派符玺郎偰斯持诏及金印诰文，封王颛为高丽国王。恭愍王为抗倭需要，于洪武六年，派密直副使张子温使臣至明廷请求支援。此时，明朝已将元朝创制的金属管形射击火器“火铳”发展至更为先进的“明洪武火铳”。朱元璋为支援高丽军民抗倭之需，慷慨应允高丽王廷之请，下令调拨焰硝、火药

① 《翠微北征录》卷一《平戎十策、招军》，《中国兵书集成》6，第570页。



与火铳给高丽王廷，明朝先进的火药与火器的制造与使用技术开始传入高丽①。

3. 明火铳传入高丽

明朝支援的火铳、火药等运到高丽后，满足了高丽的急用之需，恭愍王即于当年作了抗倭部署，任命全罗道安抚使郑地兼倭人追捕万户，协助海道元帅罗世捕剿倭寇。洪武十三年（1380 年），郑地、罗世与高丽火器技术家崔茂宣密切配合，整军备战。不久，在全罗道同来犯的500余船倭寇展开激战。装备有火铳等火器的高丽战船，以罗世为指挥，崔茂宣为副指挥，在镇浦港水战中将倭船全部焚毁，大获全胜[35]。主帅罗世是元代流亡到高丽的中国人，作战中他智勇双全，身先士卒，深受高丽军民的称颂。在有关高丽军抗倭作战的史料记载中，虽未具体记载从明朝传入高丽火器的使用情况，但却有一些出土的明初火铳实物，可以间接或直接反映当时高丽军队所用明初火铳的概况。据《韩国古火器图鉴》中记载，高丽出土的火器中，就有制于中国明洪武十年和永乐十九年（1421 年）的两件铜手铳，它们在形制构造上，与中国一些地方出土的制于相同年代的两种手铳很相似[36]。在此期间，高丽王廷的军器制造部门也开始设立并制造火器。

4. 高丽王廷火桶都监的建制及其制造的火器

最初向王廷奏请建制火桶（即火铳）都监的是“全罗大捷”中的副帅崔茂宣。崔茂宣（约 1325—1395 年），高丽全州人，性巧慧，多方略，喜读兵法，于恭愍王在位时任军器监判事，深知火器在作战中的威力，力主自制火药与火器。其时恰有来自中国江南熟谙煮硝和配制火药之法的焰硝匠李元，二人受礼遇后，李元便应崔茂宣之请，将其煮硝与配制火药之法传授给高丽人。高丽辛禑王三年（明洪武十年 1377 年）十月，崔茂宣向辛禑王牟尼奴（1375—1387 年在位）上奏，请求建置火桶都监及制造火药、火器之事。辛禑王即下令建置火桶都监，命崔茂宣主持其事。

此事在高丽的文献中多有记载。《高丽史·兵志》称：“辛禑三年十月，始置火桶都监。”② 同书列传卷 133 记为：“十月，从（军器监）判事崔茂宣之言，始置火桶都监。茂宣与元之焰硝匠李元善遇之，窃问其术，家童数人习试，遂建置之。”③《李朝实录》太祖四年（1395 年）条记事中称：有检校参赞、门下府事崔茂宣于是年卒，并附有其小传：茂宣从江南客商习得火药法，试之皆验。又造大将军、二将军、三将军火炮、火桶与火箭、蒺藜砲与铁弹丸等④。高丽李朝初期的执政大臣柳成龙，在《西厓集》卷 16《记火炮之始》中，也有与上述类似的记载：

> 我国本无火药，前朝（即王氏高丽朝）末，有唐商李元者，乘船至开城礼成江，寄寓军器监崔茂宣之奴家，茂宣以其奴厚遇之。李元教以煮焰硝之

---

① 详见本书第二篇第三章第一节《明代前期的火药技术》。明朝火器向高丽的传播本为后事，但为将中国火器向高丽传播的内容集中在本节叙述，故将其提前于此。

② 见本编参考文献［37］第 230 页。

③ 见本编参考文献［37］第 230 页。

④ 见本编参考文献［37］第 256 ~ 257 页。



法，我国火药自茂宣始。于是倭犯珍岛，郑地载火炮于船上攻之，贼大败去①。

可见崔茂宣是高丽第一位自制火药与火器者，对学习与仿制中国的火药与火器，推动高丽火药与火器制造事业的发展作出了重要的贡献。

5. 高丽火器制造的初步发展

由于高丽辛禑王朝政治腐败，于1392年被抗倭成名的大将军李成桂推翻，李自立为王，受明太祖册封，改国号为朝鲜，仍奉明朝年号，史称其为朝鲜李朝（1392—1910年）。王氏高丽在建置火桶都监时，将火桶都监从军器监中划出，由三品官专掌火药与火器制造之事。至李朝太祖（1392—1399年）时，将火桶都监改为司炮局，由李朝王延内官职掌其事，后又统归军器寺。军器寺设长官都提调一人，提调二人协助都提调理事，兼造火器与冷兵器②。太宗李芳远（1400—1417年）继位后，把火器制造的重点放在火桶上。1415年初，太宗下令收亡寺钟熔铜铸造火桶。当年四月，又增编火桶军400名，与原有的600名火桶军一起，扩建成1 000人的火桶军，编成专业队兵，由队长、副队长统领。③ 当年七月，军器寺已造成火桶（火铳）近万支，仍不敷使用④。可见当时朝鲜火铳制造已有较大的发展，技术也已相当成熟。其时正当明永乐十三年，明朝所制火铳约近20万支（含洪武年间所造的火铳在内），神机营已创编了7年，这对朝鲜的火桶制造与火桶军的建立所产生的影响是显而易见的。朝鲜李朝所编制的火桶军，可以说是世界上建立的第二支火器部队，比欧洲西班牙所建火绳枪兵约早100年。可见中朝两国的火器制造与使用技术，在当时都处于世界的领先地位。李朝后继诸王，也十分重视火器制造业的发展，把中国先进的火器制造与使用技术引进朝鲜，推动了朝鲜火器制造与使用技术的进步。

从朝鲜的各种史籍、兵书，诸如《高丽史》、《汇纂高丽史》、《李忠武公全集》、《西厓集》、《惩毖录》、《戎垣必备》、《国朝宝鉴》、《钦恤典则》、《大典通编》、《续文献备考》、《大学类义》、《御制兵学通》、《御制兵学指南》、《御定武艺图谱通志》、《城制图说》、《军旅大成》、《三军总考》、《城图全篇》、《神器秘诀》、《全罗道右水营志》等，关于兵器、军队编制装备、战争中使用兵器的记载，以及勤政殿、陆军士官学校军事博物馆、牙山显忠祠、东亚大学博物馆、景福宫武器库、延世大学校博物馆、仁川博物馆、高丽大学校、海军士官学校、昌德宫秘苑仓库、庆熙大学校博物馆、庆州博物馆、国立中央博物馆、晋州大亚民族博物馆、光州南山博物馆、庆北大学校、建国大学校、釜山大学校博物馆等单位，所收藏的各地传世和出土的火器实物⑤，可知朝鲜自恭愍王以后制造的火器，在火器种类（除佛郎机炮与火绳枪外）及其形制构造上，绝大多数都与中国宋元明所制的火器相近、相似或相同。如燃烧性火器有火毬、火药箭、喷筒等。爆炸性火

① 见本编参考文献［37］第256～257页。
② 见本编参考文献［37］第258页。
③ 见本编参考文献［38］第135～137页。
④ 见本编参考文献［38］第135～137页。
⑤ 还有一些朝鲜古代的火器，散落在朝鲜半岛的民间和日本的博物馆、个人手中，本文难以全列。



器有震天雷、蒺藜砲等。震天雷除投掷者外，还用大炮发射。单管手铳为单兵所用，铳身刻有编号、制造年月、重量等字。多管铳制于16世纪以后，有与明朝嘉靖年间（1522—1566年）相同的“三眼铳”与明朝“五排枪”相似的“五连座铳”，以及对明后期“十管枪”进行改进的“十连座铳”。轻型火炮有与明代后期相同的飞礮炮、威远炮、虎蹲炮。重型火炮都制于16世纪以后，可分为两大类。一类是按炮身所刻以天、地、玄、黄四个字为首的编号分为四种，炮身重1 209 ~ 49斤，天字号炮最重，其他三种依次减轻；分别发射重50斤的大将军箭、33斤的将军箭、7斤的次火箭、3.5斤的皮翎箭，或铅、铁弹丸，射程可达2 000 ~ 800步。另一类是大碗口型火炮，有别大碗口、大碗口、中碗口三种，各重1 100斤、528斤、290斤，依次发射重120斤、66斤、33斤的别大飞震天雷、大飞震天雷、中飞震天雷三种铁制炮弹，或依次发射重120斤、45斤、35斤三种石弹，其射程可达500 ~ 350步。其中三种震天雷式炮弹为朝鲜火炮匠李长孙所创制，具有射程远、摧毁威力大的特点①。

上述各种火器在当时朝鲜的水兵营中多有装备。如一个“全罗右水营”就装备有：地字铳11门、黄字铳27门、玄字铳27门、胜字铳23支、百字铳27支，各种铁弹丸45 876个、地字铳大木箭75支、小铁弹丸10.9斗、铅丸10 307个、火毬3个、喷筒95个、蒺藜砲25个、大发火20个、小发火各1 560个、中发火21个、铅和铁1 345斤、火药6 914斤②。

上述各种火器，在明万历二十一年（日本文禄二年，1593年）正月的中朝联军收复平壤之战③中，得到了成功的运用。其时，日本侵略军小西行长所率2.4万日军据守平壤。正月初八日，明防海御倭总兵李如松率中朝联军5万人，从三面围攻平壤。朝鲜都体察使（相当于总参谋长）柳成龙在其所著《惩毖录》卷一中，对明军使用火器进行的攻城战，作了详细的描绘：

> 天兵（指明军）以大炮、火箭攻之。炮声震地，数十里间山岳皆动。火箭布空如织，烟气蔽天。箭入城中，处处火起，林木皆焚。骆尚志、吴惟忠等率兵蚁附登城，前者坠，后者升，莫有退者……其夜贼乘冰过（大同）江遁去④。

柳成龙在《惩毖录》中，不但描绘了平壤战役（日本人称为“文禄战役”，因其发生于日本文禄元年）中明军所用大将军炮、霹雳炮、威远炮与火箭的威力，而且还叙述了在文禄元年九月的庆州战役中，朝鲜军队使用自制的胜字手铳、天地玄黄四种火炮、大碗口炮（又称臼炮）以及发射的火箭、火石弹、蒺藜炮弹、震天雷式炮弹进行作战的情况。

> 左兵使朴晋收复庆州。晋初实自密阳，奔入山中。朝廷前兵使李班弃城逃走，即其所在诛之。以晋代为兵使……晋率左道兵万余，进薄庆州城下。贼潜出北门掩军后，晋还奔安康。夜又使人潜伏城下，发飞击震天雷入城中，

① 见［37］第257 ~ 307页。
② 见［37］第237页。
③ 平壤之战的详细情况见本书第二篇第六章第五节三《明后期的军事变革》。
④ 见［39］第209 ~ 210页。



坠于客舍庭中。贼不晓其制，争聚观之，相与推转而谛视之。俄而炮自中发，声震天地，铁片星碎，中仆即毙者三十余人。未中者亦颠仆，良久而起，莫不惊惧。不测其制，皆以为神，明日遂举众弃城，遁归西生浦……震天雷飞击。古无其制，有军器寺火炮匠李长孙创出。取震天雷，以大碗口（炮）发之，能飞至五六百步，坠地良久，火自内发，敌最畏此物①。（朝鲜兵书《戎垣必备》详细叙述了它的形制构造。）

有马成甫先生根据朝鲜火器技术的产生及其发展的历史过程，得出朝鲜火器是中国火器直系制品的看法，是符合历史发展实际的。当然，也应当看到，朝鲜火器研制者在学习中国火器技术过程中所发挥的创造性才能也是弥足珍贵的。中国人民在援助朝鲜人民剿捕倭寇，以及在16世纪末的援朝抗日之战中，也将中国的火药与火器的制造与使用技术传播到了日本。

二、向日本的传播

日本火器技术的来源主要有两个方面：其一是中国；其二是葡萄牙。前者自1274年（元至元十一年，日本文永十一年）至16世纪末，后者为1543年（明嘉靖二十二年，日本天文十二年）八月二十五日以后。日本人对中国火器技术的了解，主要是通过战争的途径。

1．元军用初级火器同日军作战

元中统元年（1260年），忽必烈即蒙古汗位后，曾几次派遣使臣，持国书前往日本，日本镰昌幕府不予受理，忽必烈即欲出兵问罪。至元十一年（1274年），忽必烈命驻军于高丽的凤州经略使忻都，以及高丽军民总管洪茶丘，率领驻军、女真军和水军15 000人，乘300艘战船渡海进攻日本。另一路蒙军由蒙古元帅忽敦和高丽都督金方庆统率，自合浦出发进攻日本对马岛、霹岐岛等地，蒙军依仗火器而取胜。后飓风骤起，蒙军仓促撤军。至元十八年，忽必烈征发汉、蒙、高丽各军共14万人，分两路第二次进攻日本，结果又因飓风而撤军。

日本有些史籍记载了元军用火器同日本作战的情形。

据日本的《兵器考·火砲篇》记载，铁砲的名称在日本历史上，最早出现于《太平记》和《八幡愚童训》中有关元军入侵的记载。

《八幡愚童训》记载了日本文永十一年（元至元十一年，1274年）十一月二十日蒙军陆战队的战斗情形：

胄轻，乘马，士气勇猛，所向披靡……飞铁砲火光闪闪，震声如雷，使人肝胆俱裂，眼昏耳聋，茫然不知所措。

《太平记》中有元兵攻打日军的一段描写：

击鼓之后，兵刃相接。铁砲抛射出球形弹丸，沿山坡而下，状如车轮，声震如霹雳，光闪如雷电，一次可射二三个火弹。日本兵被烧、被害者众多，城上仓库着火，本应扑灭，但也无暇顾及[40]。

① 见本编参考文献［37］第302～303页。



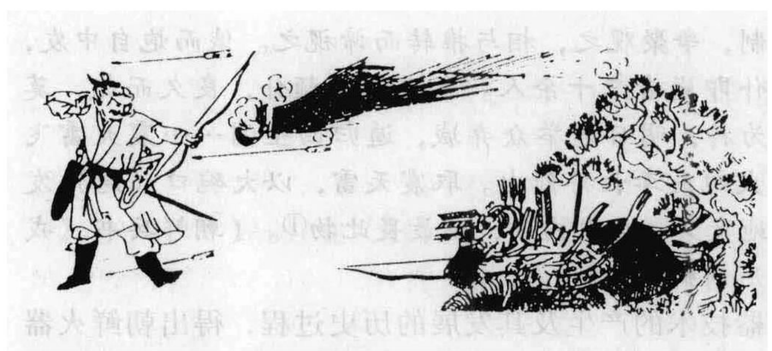


图 I-3-10　蒙古军用铁火砲同日军作战
（采自《火砲の起源とその伝流》）

除上述两种文献记载外，日本还有一个武士画家竹崎季长于 1292 年，在其所作的《蒙古袭末绘词》中，绘制了几幅元军在 1281 年 11 月于博多湾用铁火砲攻击日军的情形。其中有一幅画的左侧画了一个铁火砲正在爆炸，其碎片向日本武士飞来，冒出黑烟与闪光，伴随着震耳欲聋的巨响。日本武士惊恐慌乱，人马死伤甚众。日本人称此武器为铁火砲（图 1-3-10）。

日本人经过这两次作战后，才知道世界上已经有了火器[40]。此后，日本人曾想方设法，通过高丽人了解和学习中国的火药与火器的制造与使用技术。元朝当局知道这一情况后，便下令沿海各道，严密防止把火药与火器的制造与使用技术传授给日本人，并禁止沿海各地提炼硝石。由于元朝的封锁，所以日本人一时还难以从中国人手中学习到火药与火器的制造与使用技术。在这一方面日本人要比朝鲜人晚得多。

2. 明军用火铳进行防倭剿倭作战

自 13 世纪以后，九州和濑户内海沿岸的日本武士和地方豪绅，为获取财富，纷纷来到中国和朝鲜进行贸易活动，其中有一部分人伺机劫掠沿海居民，被明廷与朝鲜王廷称为“倭寇”。由于明廷采取防倭、备倭、捕倭、剿倭的措施，所以明初的火药与火铳的制造由此得到进一步的发展，其制品也有一部分被用于沿海的防倭设施中，倭寇在同明军作战的过程中，又见到了比元代更为先进的火器。

3. 明中期火器及葡萄牙火绳枪传入日本

有关明中期火器及葡萄牙火绳枪传入日本的详细情况，可参见本书第二篇第四章第三节《鸟铳从日本传入说》。

三、向交阯的传播

交阯又称安南，即今越南。蒙古军曾在宪宗八年（1258 年）、中统元年（1260 年）、元至元二十二年（1285 年）、至元二十四至二十五年多次进攻过交阯，每次都用火药箭、火枪、铁火砲等火器同交阯军作战，火药与火器的制造与使用技术也随之传入交阯。

四、向爪哇的传播

元朝建立之初，元廷曾派使臣孟琪至爪哇，爪哇当局黥其面。元至元二十九年，忽必烈发兵 2 万，战船千艘，从泉州出发，由水路进攻爪哇。作战中，元军使用了铁火砲，爪哇人也从此初知火器之事。

从我国古代火器流传的情况可知，迄今尚未发现在 13—14 世纪有任何一种兵器，能像中国的初级火器流传这样广泛。但因当时各国和各地区情况的不同，故对中国初级火器的制造与使用技术学习的程度与效果也不大一样。



第七节 初级火器的西传

宋朝初制的初级火器，不但通过蒙古（元）军的对外战争，辐射到周边国家，而且也西传至阿拉伯国家，并通过阿拉伯国家同欧洲国家之间的战争，西传至欧洲国家。欧洲国家的文献记载、出土和传世的实物、古建筑遗址、建筑物的壁画等，生动地记载和再现了当时的流传情况。

一、蒙古军用火器西征

以弓马见长的蒙古军，在成吉思汗起兵后，便组建了砲手军与火箭军，在元太宗六年（1234 年）灭金后，又缴获了金军大量的火枪、铁火砲与火药箭等火器，并利用金朝的大批工匠，为其制造火器用于西征。

1. 成吉思汗率砲手军与火药箭军的西征

成吉思汗率蒙古军进行的第一次西征，始于太祖十四年（1219 年）。其时，花剌子模国（Khorazm，一作 Khwarizm）已先后灭亡塞尔柱王朝，东败西辽，征服中亚、伊朗和阿富汗，建都于乌尔鞬赤，国力强大，横行中亚与波斯（今伊朗）。太祖十三年，成吉思汗派一支 450 人的商队出使该国，在到达其境内讹答剌（Otrar）城时，商队成员被该城守将所杀，仅留一人东归报信。成吉思汗为之激怒，于太祖十四年亲统包括薛塔剌海、唵木海、张荣等所部砲手军与抄马都镇抚郭宝玉①所部火箭军在内的 20 万大军，分四路进攻花剌子模国，以为复仇之举。太祖二十年秋，蒙古军合围其新都撒马尔罕（Samarkand，亦称寻思干城），城民出降，其国王阿拉丁·摩诃末（Ala - un - Din Mohammad）已先逃至宽田吉思海（今里海）的小岛上，不久病死。其子扎兰丁（Djedāl - ed - Din）继位，在哥疾宁（Ghazns，今阿富汗境内）被蒙古军击败，后逃入印度德里。太祖十七年至十八年夏，蒙古军先后进兵里海，攻占钦察，击溃斡罗斯（即俄罗斯）军和钦察军。十九年，蒙古军班师回漠北。二十二年七月十二日（1227 年 8 月 25 日），成吉思汗在六盘山下清水县（今属甘肃）病逝，由其四子拖雷任监国，拖雷与诸王议定，迎其兄窝阔台于太宗元年即汗位，后又命蒙古将领绰儿马罕率军再次西征，于太宗三年灭亡花剌子模国，并命其留镇该地。火箭军在西征中发挥了重要作用。据《元史》记载：

> （郭宝玉）进兵于挦思干（寻思干）城，次暗木河（即阿姆河）。敌筑十余垒，陈船河中。俄风涛暴起，宝玉令发火箭射其船，一时延烧，乘胜直前，破护岸兵五万，斩大将佐里……②

除此之外，在瑞典史学家多桑（C. Dohsson，1780—1855 年）所著《多桑蒙古史》、霍渥尔斯（BHHoworth）在《9～10 世纪蒙古史》、屠寄所著的《蒙兀儿史记》、冯家昇的《蒙古西征用过火器吗》等论著中，也都说蒙军用过火箭、火毬等

① 《元史》卷一四九《郭宝玉传》，《元史》十二，第 3521 页。郭宝玉系唐中书令郭子仪之后裔。书中将郭宝玉参加首次西征之起始年记为甲戌年（1214 年），实误。应为 1219 年（己卯年）。

② 《元史》卷一四九《郭宝玉传》，《元史》十二，第 3521 页。



火器。

2. 拔都用火器西征欧洲

太宗六年（1234 年），蒙古灭金。窝阔台于次年命其兄朮赤之子拔都为统帅，率先锋速不台、朮赤诸子、窝阔台长子贵由、拖雷长子蒙哥、察合台子拜塔儿等15 万蒙古军，以火枪、火砲、火箭进攻钦察、斡罗斯等国。太宗十年，蒙古军用铁火砲攻陷莫斯科、罗斯托夫等10 余城。十一年冬，拔都所部用巨型抛石机攻破契尔尼科夫城。十三年春，蒙军用火药箭与毒药烟毬等火器，进攻波兰的莱格尼查（Legnia）①，大败波兰与日耳曼联军。之后，蒙古军又进入奥地利与意大利境内，并掠及塞尔维亚和保加利亚。蒙古军兵锋所向，火器所及，令欧洲人胆战心惊。蒙古军在第二次西征欧洲期间，几乎都使用了火器。然而由于当年欧洲科学技术的落后，并没有能立即仿制和使用蒙古军带到欧洲的火器。

3. 旭烈兀用火器西征阿拉伯

蒙古宪宗元年（1251 年），成吉思汗第四子拖雷之长子蒙哥接汗位。二年，蒙哥汗继父祖之志，命其弟旭烈兀统兵西征。三年，蒙古军启程进攻阿拉伯各地。六年夏，旭烈兀所部以砲手军摧击乞都不堡，迫使守军投降。旋又砲击麦门底司堡，迫使木剌夷国（Molahides，在今里海南岸）鲁克奴丁国王献城投降。七年夏，旭烈兀所部蒙古军，分三路进攻阿拔斯（Abbasids）王朝的都城报达（Bagdad，今伊拉克巴格达）。报达是当时伊斯兰教国的政治和文化中心，也是哈里发（Khalifah）的都城所在，阿拉伯人全力坚守。至宪宗八年春，蒙古军郭侃等部合围报达，以砲石、火药箭等火器攻陷报达，灭亡了阿拔斯王朝②。蒙古中统元年（1260 年），忽必烈即汗位，并于当年三月命旭烈兀率部攻占了阿勒波（Aleppo）、大马士革（Damascus），逼近埃及。后因得蒙哥汗死讯，遂班师至波斯。不久，旭烈兀在其所占地区建立伊利汗国，统辖之地相当于今伊朗、伊拉克、叙利亚、土耳其、阿富汗等国的领土。

蒙古军进行的三次西征，不但出动了数量众多的铁甲骑兵，显示了中国北方游牧民族骑射之长的强大威力，而且动用了砲手军与火药箭部队，装备了当时中华民族创造的最先进的火药箭、火毬、铁火砲等火器。阿拉伯人在同蒙古人作战中，学习了蒙古军制造和使用的火器。这种学习又在战后同汉人的交往中进一步深化，从而仿制成适于阿拉伯人使用的木质管形射击火器“马达法”，开了仿制中国火器之先河。

蒙古军的三次西征，既给所到之地带来战祸，也使一些国家的经济、文化遭到破坏，但是在客观上也使中国与欧洲的陆路交通和文化交流畅通无阻。战后，蒙古人沿丝绸之路各地建立驿站，派军队守备，保护了中西使者、商贩、旅游者、工匠、学者和宗教人士的互相往来。

---

① 后来人们在莱格尼查附近的教堂中，还发现了当年蒙古军使用飞龙（火箭）火器的壁画。

② 《元史》卷一四九《郭侃传》，《元史》十二，第3523 页。



二、向阿拉伯的传播

中国火器技术虽然在蒙古（元）军对外战争中，被带到了世界许多国家和地区，但是最早掌握这种技术，并制成适用于本民族火器的是阿拉伯国家。

1. 阿拉伯概况

阿拉伯人居住于欧亚大陆之间的阿拉伯半岛上，在进入中世纪以前，绝大多数是逐水草而居的游牧民族，由各民族部落组成社会，处于原始公社制阶段。公元622年，伊斯兰教创始人穆罕默德（Mohammed，约活动于570—632年）于雅特里布，建立政教合一的国家，其后继者经过100多年的征战，到8世纪中叶，建立起横跨欧、亚、非三洲的大帝国，先后以大马士革和巴格达为都。在8—11世纪时，曾创造出鼎盛时期的新型的阿拉伯科技文化，它既包括阿拉伯人固有的科技文化内涵，也有被征服民族科技文化的影响，还从古希腊和中国科技文化中吸收了丰富的营养。

自西汉以来，中国人民同阿拉伯人民就通过陆上与海上丝绸之路互相往来。唐高宗永徽二年（651年）后，又建立了国家关系，互派使臣来往，互相贸易和交流学术，乃至互相通婚和在对方定居。自8世纪至13世纪，中国的造纸、指南针、印刷术和炼丹术（阿拉伯人称炼金术），已先后传入阿拉伯。

2. 中国炼丹术向阿拉伯的传播

阿拉伯人大约自8世纪中叶开始，便有人来华学习炼丹术，把炼丹用的药材和炼成的丹药，通过商贸渠道传入阿拉伯。在阿拉伯人编写的炼金术著作中，便出现了来自中国的药材，以及使用与中国炼丹术具有类似内涵的炼丹术语。他们在书中提到了来自中国的输（tōu）石，输石就是黄铜，即氧化锌（ZnO）。他们称水银能起死回生，使铜铁锡变化为黄金，这与中国炼丹家魏伯阳在《周易参同契》中，能用水银把铜铁锡变为黄金的说法相一致。把“哲人石”或“雅黎克色”称为“赤硫黄”，即中国炼丹家所说的“金丹”或“还丹”。他们所说的长生药就是中国炼丹家葛洪所说的“丹精”。他们关于气、土、水、火四行演化万物的理论，与中国炼丹家关于金、木、水、火、土五行化生万物的学理，有惊人的相似之处。阿拉伯人炼金术的一个重要方面就是炼制长生药，而中国发明的火药，正是炼丹家从炼制长生药开始的，这同中国发明的火药首先传入阿拉伯又不无关系。

3. 中国制硝技术向阿拉伯的传播

据现有文献分析，阿拉伯人大约是在公元1240年后，才知道从中国传过去的硝石。因为在此以前，阿拉伯人所写的兵书，只提到使用硫黄及各种油脂配制的火攻器具，而没有提到含硝的火攻器具，只是在欧洲十字军第七次东侵阿拉伯（1248—1254年）时，才开始使用含硝的发火剂，抗击敌人的进攻。英国火器史研究者帕廷顿（James Riddick Partington，1886—1965年）认为：

> 没有证据说明在整个十字军东侵时期（1097—1291年），穆斯林用过火器或作为炸药的火药①。

可见，阿拉伯人使用含硝烟火剂的年代，大致不会早于1248年。

---

① 见本编参考文献［41］第189～190页。



但是提到硝的文献要比使用含硝的烟火剂，在年代上要稍早一些。大约在公元1240年，阿拉伯著名的药物学家伊本·白塔尔（Ibn al - Baitar，1197—1248年）所著的《单药大全》问世。书中收录了1 400多种药品①，其中有300多种为新增，是阿拉伯收录药品最完备的医药典籍，也是最早提到硝石的书。书中所说的硝石有“中国雪”、“巴鲁德”（Baroud）等名称。用“中国雪”称呼硝石，表明它是中国传来的药料，其白似雪。“巴鲁德”在阿拉伯语中，有时指硝石，有时又指火药。德国火器史研究者拉毛基（S. J. Von Romcki）以此为据，认为：

> 硝石是1225—1250年间由中国传入阿拉伯的，阿拉伯人又把这种知识介绍给欧洲人，从而使美国人罗杰尔·培根（Roger Bacan，1214—1292年）能知道此物[43]。

比较详细论述硝石提纯之法的阿拉伯文献，当推哈桑·拉马·纳扎姆丁·阿赫达卜（Al - Hassanal - Rammāh Najm al - Din al - Ahdab，1265—1295年）所著的《马术和战争策略大全》，约成书于1280—1295年。作者出生于伊利汗国的辖区叙利亚，早年似曾参加过军队。该书有两种阿拉伯文写本，均藏于巴黎图书馆，介绍了火枪、火箭等火器，及烟火、火药方、硝石提纯等问题。书中引用了若干中国文献资料②。法国火器史研究者拉努（Joseph Toussaint Reinaud，1795—1867年）和法韦（Ildephone Favé），德国火器研究者拉毛基、英国火器史研究者帕廷顿等人，都十分重视该书所提出的论点，并对其中许多内容作了较为深入的研究。

该书阐述了硝石的提纯方法：先将干柳木烧成灰，并按化灰方将灰放入水中，再按硝石与细木灰9:1的比例混合，放入坛中，加水加热，直到木灰与硝石不再黏合为止，并要防止发火。经过这样处理后，杂质便沉淀于坛底，纯硝便结晶于上。此法与中国传统的硝石提纯法基本一致。

书中还提到了火箭、火毬、烟火等各种火器，以及外涂硫黄、沥青、焦油、石脑油与蜡等物料拌和的涂料。其中火毬在作战时被投至敌阵爆炸杀敌与当时中国金军所用的铁火砲相似。

4. 阿拉伯人仿制的初级火药与火器

在《马术和战争策略大全》中还列举了火毬、火箭、烟火、五色烟、中国花（又称契丹花）、中国起轮等71种火药配方，其中名“契丹花”的火药配方，除中国铁外，硝石、硫黄和木炭之比为10:2:3.25。从“契丹花”的名称及其包含的“中国铁”，可知是仿造中国火器的制品。帕廷顿据此评论说，哈桑著作最显著的特点是引用了大量的中国材料，他虽然没有用“中国雪”来命名硝石，但是却有“中国花”、“中国箭”、“中国轮”、“中国铁”、“中国红信”等名称，明显地其反映了中国军事技术向阿拉伯流传的历史概貌③。

还有一本署名为希腊人马哥（Marcus Graecus）的《焚敌火攻书》（拉丁文书名是：Liber ignium ad comburendos hostes），也是一种研究阿拉伯火药与火器史的重

---

① 见本编参考文献［42］第281页。

② 见本编参考文献［42］第293~294页。

③ 见本编参考文献［41］第202页。

要资料。该书有三种抄本：其一存于德国慕尼黑图书馆，有 22 个火药配方；其二存于德国纽伦堡图书馆，刊有 35 个火药配方；其三存于法国巴黎图书馆（以下统称巴黎本），刊有 35 个火药配方。前两种抄本成于 15 世纪，年代较晚，不能作为阿拉伯人最早研究火药与火器年代的依据。巴黎本成于 13 世纪末以前，刊有 35 个火药配方，共 16 页。35 个配方的次序紊乱，各配方问世的年代前后相差数百年，原文不是希腊文而杂有阿拉伯文 alambic、alkitron、zembac 等字。可见该书并不是什么希腊人马哥于 8—9 世纪一人一时之作，而是由一些阿拉伯人于 13 世纪末至 14 世纪初相继增补而成。马哥是一个虚构的人名，或者是一个托名，但可以肯定此书的作者是阿拉伯人，而不是希腊人①。

巴黎本刊载的火药配方，有 14 条是照明剂，4 条是化学药品，12、13、14、32、35 等 5 条，涉及了提取纯硝和配制火药的方法。从内容看，13 世纪末的阿拉伯人，在硝石和硫黄的提纯、药料的拌和，以及初级火器的制作技术等方面，基本上与宋元时期初级火药与火器的制造方法大致相似。如对硝石采取溶解、过滤、沉淀、结晶等方法进行提纯；在拌和药料时加入适量的油料；将拌和的火药成品，放入苇管和纸筒中，前端可安箭镞、尾端小孔可插火捻，制成 fusée 和 pétad 两种筒形初级火器，拉努和法韦称为两种“飞火”，大致是仿宋火药箭的制品②。正是以此为基础，阿拉伯人才能在 13 世纪末至 14 世纪初，仿制成类似突火枪的木质管形射击火器“马达法”。



图 1-3-11　阿拉伯人的马达法（采自《火砲の起源とその伝流》）

对马达法的形制构造，后人著书介绍者甚多，其中最有代表性的一种，是苏联列宁格勒博物馆保存的原始图绘，该图载于一本约成于 13 世纪末至 14 世纪初的阿拉伯文手抄本中，本上写有 1300 年字样，图中画着一个手持木柄“马达法”的阿拉伯人（图 1-3-11）。马达法以木管为枪筒，内装一种硝、硫、炭各重 10 两、1.5 两和 2 两，组配比率各为 74%、11%、15% 的火药（还有其他组配方式的火药），壁上开有小孔，供插火捻用，口部画有一个球形物，表示发射用的弹丸。日本火器研究者有马成甫先生认为：阿拉伯人的火器马达法，同中国金军使用的飞火枪，南宋军使用的突火枪，同属管形射击火器。飞火枪用纸筒，突火枪用竹筒，马达法用木筒，三者属同一系列的制品③。

冯家昇先生经过对 13 世纪后期至 14 世纪初期阿拉伯多种文献的研究，并结合蒙古军同阿拉伯军队的战争史实，把阿拉伯人学习中国火药与火器的制造与使用技术，分作四个阶段：其一，1250 年前后，阿拉伯人已能制造火药，但火药中硝的成分不多，fusée 和 pétard 是

① 见本编参考文献［42］第 287～289 页。
② 见本编参考文献［42］第 289～291 页。
③ 见本编参考文献［37］第 105 页。



烟火之类的东西，无军事价值可言；其二，1250年后，火药中硝的含量增多了，但其火器仍处于初级阶段；其三，1280年前后，契丹火箭已传入阿拉伯，但还没有管形射击火器；其四，14世纪初，阿拉伯人仿制发射石球和箭镞的管形射击火器“马达法”，并成为欧洲管形射击火器的样本①。冯家昇先生此论是符合中国火器西传阿拉伯，而后又由阿拉伯传入欧洲的历史事实的。阿拉伯人是中国初级火器西传欧洲的桥梁。

三、向欧洲的传播

1235—1242年，蒙古将领拔都率领蒙古军用火器第二次西征时，欧洲虽因科学技术发展水平的限制，没能直接掌握中国火器的制造与使用技术。但在蒙古军于1252—1258年第三次西征和伊尔汗国建立后，为中欧交通和科技文化的交流打开了通道。中国的造纸术、指南针、印刷术等三大发明，以及在丝织、制陶、医学、炼丹术方面的众多技术创造，以阿拉伯人为桥梁，开始或先或后地传入欧洲，使欧洲科技文化的综合水平，开始走出中世纪黑暗时代的低谷而获得了较大的提高。中国发明的火药与火器的制造与使用技术，也随之于14世纪初经由阿拉伯而传入欧洲。所以恩格斯说：火药是由中国人发明的，传入阿拉伯后，又由阿拉伯人和火器一道经过西班牙传入欧洲[44]。

1．向西班牙的传播

公元711年，阿拉伯人和摩尔人侵入西班牙，在比利牛斯半岛上，建立了隶属于阿拉伯哈里发（阿拉伯语对国家首脑的称呼）的总督统治区。阿拉伯人在加强对西班牙人统治的同时，也带来了东方国家先进的科技文化与生产技术，中国的缫丝和瓷器制造技术，以及指南针、造纸、印刷术也先后传入西班牙。与此同时，阿拉伯人也加重了对西班牙人的种族和宗教压迫，激起了西班牙人的不断反抗。到13世纪末，西班牙人已基本收复了国土。在多次作战中，西班牙人从阿拉伯人那里获得了先进的火器。

据史籍记载，阿拉伯人至少在下列几次作战中，使用了火器。

1325年（一说1324年），阿拉伯人用马达法进攻西班牙的巴札（Baza，一作巴萨）城[45]。

1340年，阿拉伯人用马达法进攻西班牙的塔里法（Tarifa）城[40]。

到14世纪中叶，西班牙人又将从阿拉伯人那里学到的火器技术传至欧洲其他国家，并制成了适合欧洲人使用的金属管形射击火器“手持枪”（handgun）。其中有一种手持枪所用火药中硝、硫、炭的组配比率为74%、11%、15%，与阿拉伯人马达法所使用的火药一样。之后，西班牙人又在手持枪的基础上，制成了火绳枪，同欧洲其他国家一起，把手射火器推进到新的发展阶段。

2．向欧洲其他国家的传播

欧洲其他国家所制初级火器的最早年代，有多种说法，有的只有少数文献记载和遗物，难以作为确定年代的依据，只能作为一种参考。现举几例如下。

意大利的初级火器，可以从遗存的壁画中推知。1340年，意大利著名的艺术

① 见本编参考文献［42］第297～298页。

大师尼里（Paolo del Maestro Neri），在意大利赛那（Siena）附近莱赛托（Leccetto）教堂的壁画上，画出了攻城士兵用手持枪进行攻城的情形（图 1－3－12）。该画现在保存于赛那图书馆中[41]。

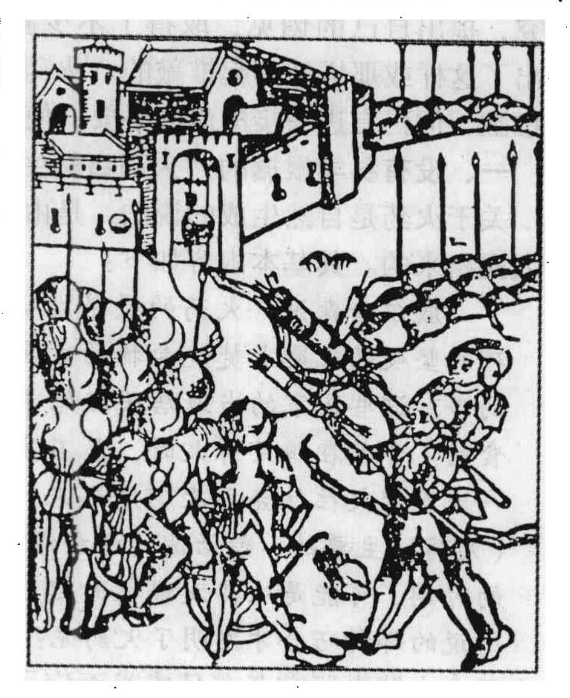


图 1－3－12　尼里壁画上的手持枪
（采自 Smallarms of the world）

英国初级火器制造和使用的年代，可从一则档案中知其端倪。据英国皇家秘库的档案记载，1344 年 12 月 25 日至 1347 年 10 月 18 日和 11 月，爱德华第三曾给他的远征军调运硝与硫，供制造火器用[47]。此外，在有关英国的文献中，用英文书写的手持枪名 handgun，已在 1338 年出现①。

法国的火药与火器制造始于 1338 年，有关的记载保存于巴黎国民图书馆中②。

德国大约在 1348 年已经在佛兰哥芬尔特公用账目中，有了关于火药的记载。坦奈堡手持枪（Tannenberger Büchsen）的出土，说明德国大约在 14 世纪 70—80 年代，已制成了具有相当水平的金属管形射击火器。坦奈堡位于德国的黑森境内，规模不大，1399 年被摧毁。1849 年，有人在其遗址处发掘出这支铜制手持枪，全长 330 毫米，口径 17 毫米，重 1.24 千克，现存于纽伦堡的日耳曼博物馆中，是迄今出土于欧洲最完好的火器实物③。它同我国洪武十年（1377 年）凤阳府制造的铜手铳相类似。德文手持枪 handbüchsen 最初出现于凡斯塔堡的文献记载中，可知其在此之前已经制成。此枪的出土，为中国火器技术的西传提供了有力的证据。

据俄国编年史记载，莫斯科的工匠鲍里斯于 1342 年从事铸炮工作，至 15 世纪中叶，莫斯科已成为欧洲的铸炮中心之一。

波兰学者乌尔班斯基在其著作中称，波兰在 1348 年已经制成火药与火器，其火药厂就设在当年遭蒙军进攻的莱格尼查附近[43]。

上述欧洲一些国家在 14 世纪制成的火药与火器，充分反映了他们从阿拉伯人那里学习和掌握中国初级火器制造与使用的情况。之后，欧洲人又以此为基础，把初级火器发展到近代火器的先进阶段。

第八节　对各种“火药发明说”的澄清

中国火药与火器的制造与使用技术西传后，引起西方火器研制者与火器史学

① 见本编参考文献［37］第 347 页。
② 见本编参考文献［37］第 341 页。
③ 见本编参考文献［37］第 361～363 页。



家们极大的兴趣。他们或在实践上制造适用于西方的火器，或在理论上进行深入研究，提出自己的创见，取得了不少新的成果。但也有一些西方火器史研究者，提出了这样或那样经不起推敲的“火药发明说”，它们虽已被许多学者的研究成果所推翻，但仍有进一步澄清的必要，使蒙蔽在火药发明问题上的尘雾得以清除。

一、没有科学根据的“火药自然生成说”

关于火药是自然生成的说法，是由一个名叫亨利·威尔金森（Henry Wilkison）的人提出来的。其基本内容如下：

> 威尔金森说，火药的最早发明，可能源起于印度、中国等地，用在含有硝的坚硬的土地上焚烧食物的方法生成的。我自己经常揣测这是完全有可能的事。这些国家的当地居民在结束吃生食之后，必然要采取火烧的方法来做食物。于是在熄灭篝火时，差不多已成了木炭的一部分木头残留下来，在同一地点焚火往往会再次燃烧起来，经常如此会发生轻度爆燃现象。此混合物（火药）主要的、最活泼的两种成分偶然接触是确实无误的……火药用于实践的时期，可能是从其发现之时起开始而一直沿用至今的；那么是不是像刚才所说的那种巧合才发明了火药呢？也未可知①。

日本火器史研究者有马成甫否定了这种看法。他认为这种揣测是没有根据的想象，上古人虽然有可能遇到一些爆燃现象，并探索其原因。但是火药的合成是科学的进步和人类理智之能力达到较高水平的结果，决不是偶尔巧合的发现。因此，这种看法是理所当然地要遭到人们的否定，况且持这种看法的只有威尔金森等少数人②。

二、“希腊火”不是早期火药

“希腊火”（Greek Fire）是一种不含硝的燃烧剂，西方一些火器史研究者说它是早期火药，这是没有根据的。

1. “希腊火”的由来及其使用

“希腊火”最初是由阿拉伯人创制的，后又经过希腊人改制而成，又称“野火”（Wild Fire），在公元前5—4世纪被用于作战，持续使用达1 000多年之久，在东西方的一些国家中都曾使用过，是火药发明前所用的一种主要火攻器具。“希腊火”的配方甚多而鲜为人知。公元前350年，希腊战术家泰克梯科斯（Aeneas Tacticus）曾记下了一个配方，其成分有硫黄、沥青、松脂等引火物及麻屑等易燃物。经过希腊人改进后的“希腊火”，又反传到阿拉伯和印度。据说印度人在公元前326年，曾经用“希腊火”有效地抗击了亚历山大大帝（Alexander the Greet，公元前356—前323年在位）的进攻。欧洲战场上使用“希腊火”较早记载的有公元前424年大流姆（Delium）的攻防战、公元前304年罗得（Rhade）岛的攻防战。

在11—13世纪欧洲十字军东侵阿拉伯时，双方在作战中都曾把“希腊火”作为火攻器具。但是，经过人们的考证，当时所用“希腊火”的主要成分有蜜脂、

---

① 见本编参考文献［37］第1~2页。

② 见本编参考文献［37］第2页。



硫黄、木草、兽脂、松香、石脑油、沥青、粉状金属物等，唯独没有硝。

2. 对“希腊火”性质的误传

最早把“希腊火”说成是火器的人，是意大利的瓦尔图（Robert Valturius，1413—1482 年），他在 1450 年撰写的《兵法十二卷》中，提到了拜占庭皇帝列奥六世（Leo Ⅵ，866—912 年）在位时，曾命令其士兵用一种“投火器”反击敌人，并称这种“投火器”就是火药箭[49]。但是，此时的欧洲人还不知道硝这种物质，更不可能使用火药箭了。因此，瓦尔图的说法，不过是将一般的“投火器”误传为火药箭罢了。

时至 11—20 世纪，西方有些学者还在他们的著作中，认为拜占庭人使用的“希腊火”是经过改进了的、用火箭射出去的火器。如法国的东方学者拉努和炮兵上校法韦[50]、法国的化学史学家厄费（Ferdinand Hoefer）[51]、法国的麦西尔（Maurice Mercier）[52]、英国的埃利斯（Oliver C. Ellis）[53]等，都有这种看法。

苏联学者费里德高兹否定了这种看法，他认为：

> “希腊火”还不是类似火药的混合物，因为在它的成分内不含硝酸钾。发现硝酸钾的不是拜占庭人，也不是埃及人，可能性最大的是从中国人或阿拉伯人处学来的[54]。

又据琼维尔（Joinville）所著《圣路易王的历史》说，直到欧洲十字军第七次东侵时（1248—1254 年），阿拉伯人才使用含硝的“希腊火”，用带长尾羽翼的箭，射向敌阵，其威力远大于不含硝的“希腊火”，只见飞行的箭如火龙经空，似闪电疾飞，火光照耀，变黑夜为白昼，十字军终于被击退。既然阿拉伯人在 13 世纪中叶才使用含硝的“希腊火”，而此时的中国，不但已有使用火药与火器的 200 多年历史，而且已把初级火器发展到了管形火器的阶段。由此可见，连含硝的“希腊火”都算不上早期火药，那么不含硝的“希腊火”就更不是早期火药了。

西方学者把“希腊火”说成是早期火药的另一个根据，便是托名希腊人马哥于公元 8—9 世纪写成的《焚敌火攻书》，书中列有一些火药配方。但是经过学者们多年的研究，从下列几个方面否定了这种说法。其一，所谓希腊人马哥并非真有其人，而是一个托名；其二，该书并非一人一时之作，而是由一些阿拉伯人相继增补而成；其三，该书写成于公元 13 世纪末至 14 世纪初，而不是 8—9 世纪。至此，关于“希腊火”是早期火药的说法，已经失去了立足之地。

三、“海之火”不是早期火药

同“希腊火”相类似的另一种烟火剂是“海之火”（Sea Fire，或 Wet Fire）。

1. “海之火”的由来及使用

“海之火”与“希腊火”不同，“希腊火”在东西方的一些国家中都有使用，是一种用于投掷的烟火剂；而“海之火”只有希腊人知道，并未向东方流传，是一种用于海战的、以虹吸管喷射的烟火剂。“海之火”最早出现于公元 670—680 年之间，比“希腊火”要晚一千多年。据泰法尼斯（Theophanes）的《年代记》（811—815 年）中记载，公元 673 年，有个出生在叙利亚的技术人员凯林尼科斯（Kallinikos），从西里西亚的海略波利斯（Helliopolis）逃到拜占庭的帝都君士坦丁堡（Constantinople），把“海之火”的秘方献给了拜占庭的皇帝康斯坦丁四世



(ConstantineIV, Called pogonatus, 648—685 年)。其时，君士坦丁堡正遭到阿拉伯军队的进攻，拜占庭当时也正苦于无退敌之利器。“海之火”恰如天赐一把神剑，受到特别的重视。673—677 年的五年间，阿拉伯军队对该城进行海陆夹击。君士坦丁堡三面环海而一面背陆，全城军民以顽强的固守而使阿拉伯军队顿兵于坚城之下，并伺机予以反击。战机终于到来，拜占庭帝国的舰队在西吉库斯（Cyzicus）岛附近水域，用“海之火”大败阿拉伯舰队，解了君士坦丁堡之围。716—718 年，阿拉伯舰队再度进攻该城，被拜占庭舰队的“海之火”焚毁 1 800 余艘战船，仅有 6 艘得以逃脱。公元 941 年和 1043 年，俄罗斯舰队曾两次进攻该城，都被拜占庭舰队用“海之火”打败[55]。

2. “海之火”的特点

从作战过程可知，“海之火”是海战中具有强烈燃烧威力的燃烧剂，用喷射装置喷至敌船，燃烧时烈火伴随浓烟与声响，使敌船没有扑灭手段而难以防御。正因如此，所以拜占庭帝国采取了严格的保密措施[55]，所有关于“海之火”的配方、制造技术、发射装置的构造等机密，只有东罗马帝国的皇帝和凯林尼科斯一家人知道。其他人尤其是阿拉伯人都绝对被置于秘密之外，若有人泄露秘密，便要受到严惩。拜占庭帝国灭亡之后，“海之火”也就随之灰飞烟灭了。

尽管如此，关于“海之火”喷射装置的构造概况，也并非滴水不漏，自 9 世纪末至 10 世纪初，拜占庭皇帝列奥六世在他所著的《战术学》（Tactics）中，还是披露了有关喷射装置的蛛丝马迹。书中指出：

> “海之火”采用一种虹吸管喷出，管身用铜制造，置于船首，可将火焰喷向上下左右各方。士兵则手持刚发明的小手筒，从铁盾后面将火喷出[55]。

由此可见，这种装置实际上是一种手提式唧筒，即从虹吸管中利用唧筒内的压缩空气，将液态火喷出。在斯凯里兹（Skylitzes）的拜占庭希腊文手稿中，刊有一幅拜占庭战船与阿拉伯战船进行海战的示意图（图 1－3－13）。图中画有一个手持喷火筒的拜占庭士兵，向阿拉伯战船上喷射“海之火”，形象地反映了当时海战的场景[55]。



图 1－3－13　用“海之火”进行海战（采自《中国火箭技术史稿》）

多少年来，欧洲人曾多次试图解开“海之火”之谜。18 世纪，英国文物学家格罗斯（FrancisGrose, 1731—1791 年）在其所著《军事文物》中，考证出“海之火”的组成物质只有硫黄、沥青和石油。19 世纪，英国皇家炮兵上校海姆（Henry W. L. Hime）在其所著的《火炮起源》中，认为：“海之火”的主要成分是沥青、硫黄、石脑油、树脂、生石灰、油、蜡和木炭等物，系流体混合物，而没有硝[56]。由此可见，“海之火”同“希腊火”一样，都不是早期火药。



四、印度不是火药发明国

西方学者关于印度发明火药的论据主要有四，但经过学者们长期的多方考证，都被逐一否定。

1. 印军没有用火器抗击马其顿军队的进攻

有些西方学者，曾经根据古希腊人菲洛斯特拉都斯（Flovius Philostratus，约170—245年），在其所著的《泰安那人阿波罗尼斯传》（Life of Appolonios of Tyana）中的一些记载，就认为印军在公元前4世纪，已经使用火器。因为在该传记中说：马其顿王亚历山大大帝，在公元前326年（一说前325年）率军东侵印度的旁遮普（Pangepus）时，于海法西斯河（Hyphasis）与恒河（Ganges）流域之间，遭到印度人的顽强抵抗。据说这些人从城壁里发射了狂飙惊雷似的怪物，击退了侵略者的进攻。又说埃及的赫库列斯（Hercules）和巴克斯（Bachus）率军入侵印度时，也遭到了同样的抵抗，说印度人抛射了一种怪物，在入侵者的上空，出现了闪光雷鸣和铺天盖地的暴风，入侵者被迫撤退。火箭学研究者西里（J. W. Sily）据此推论，认为这些发出狂飙和惊雷似响声的武器就是火器[57]。许多文献证明，这种推论不能成立。

在印度史学家辛哈和班纳吉所著的《印度通史》中，记载了印度人抗击马其顿军队入侵的战争。其文称，公元前326年，亚历山大向海法西斯地区推进，吞并了沿途的某些小公国。原想继续前进至恒河流域，但因天气炎热，瘟疫流行，难以前行。与此同时，统治恒河流域的难陀王，正率领一支拥有8万骑兵、20万步兵、8 000辆战车、6 000头战象的军队严阵以待，马其顿王因获此信息而主动撤退[58]。可见印军当时并没有使用火器。

苏联出版的《世界通史》在叙述这次作战之事时，也说印军在这次作战中所用的突击力量主要是战象，而不是火器。

恩格斯在《炮兵》中指出：

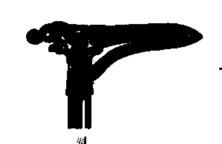
> 根据希腊著作家埃利安努斯、克提西阿斯、菲洛斯特拉特和泰米斯提乌斯提出的证据，印度人似乎在亚历山大大帝时代就已在军事上使用某种烟火剂……但绝不是火药[60]。

2. 印度古文献中没有关于火器的记载

有些西方学者，由于对印度古文献的错译和误解，便认为印度在公元前300年就有火器了。

1776年，英国东方学家哈尔海德（Nathaṇie Bressey Halhed，1751—1830年），在将公元前300年成书的古印度《摩奴法典》译成英文时，于一些有关的文句中，使用了Canon（火炮）和gun or any kind of firearms（火枪与各种火器）之类的词语[61]，此后，一些人便以讹传讹，逐渐形成印度在公元前300年就已经使用火器的说法。究其原因，是因为哈尔海德本人不懂梵文，只好以波斯文本的《摩奴法典》，将其译成英文，故其错误在所难免。上述错译的关键词句，系从英文本《摩奴法典》卷7第90段译文发现的。后经印度和西方一些学者对该译文进行反复斟酌和校译，错译和不正确之处得到了纠正。比较正确的译文是：

> 当与敌人交战时，勿用不守信义的武器，（或）带齿的箭，带毒的箭，以



及在尖端用火烧红了的箭杀其敌人[62]。

此条经校正的译文，证明当时的印度军队在作战时使用的箭，只是将箭头磨成齿，涂上毒，并在烧红后射出，丝毫也看不出是带火药的火器。于是关于印度古文献在公元前300年就有火器记载的说法，便失去了依据。

又有一位旅居印度的法国传教士杜布瓦（Jean Antoine Dubois，1765—1848年），在其所著的《印度人民的特性、风俗和习惯概述》中，认为成书于公元前300年的史诗《罗摩衍那》中提到的Vāna或bana，是一种火箭，而Vāna是史诗中的英雄罗摩所用的投射武器，也是古印度32种传统兵器之一[63]。但是，学者们经过研究认为，罗摩是一个神化了的人物，他所使用的Vāna是用箭射出去的发射物，而不是火箭。更为重要的是Vāna一词，是在印度于16世纪开始制造火药与火器后，才具有火箭的含义①。由此可见，杜布瓦关于印度在公元前300年就有火箭的记载，不过是一种神话传说，并非历史的真实存在。

1880年，英国作家艾杰敦（W. Egerton）在其作品中，以古印度吠陀颂歌中提到的agni astra（一般的箭）为例，企图说明当时已经有了火器的记载。另一位学者穆尔（E. Moor）也与之唱和[64]。但是，有一位印度籍化学史家赖伊爵士指出，在梵文中常将agni astra混淆为火箭，其实它不是火箭，而是一种能射出类似“希腊火”的一种纵火箭[65]。况且颂歌中所说的阿格尼是印度神话中的火神，而决不是现实的人。把神话传说作为信史而加以确认，其失误自然难免。

3. 印度军队在13—15世纪还没有装备火器

海姆在其所著的《火炮起源》中，宣称印度军队在14—15世纪的作战中，曾使用过火器。一个名叫费里希塔（Ferishta，? —1611年）的学者说，印度军队在1363年于毕亚那格（Biyanagar）同回教徒作战中，曾使用过一种炮车Arabah，可以说这是印度军队使用火器与发明火药的证据。有马成甫经过考证认为，所谓Arabah炮车不过是一种普通的二轮战车，它同后来的炮车没有任何关系②。

1441年，印度驻萨卢库（Shah Ruku）大使称，印度军队在1290—1300年间，曾于伦坦堡（Rantambhor）的攻城战中，用战象兵向回教徒兵发射石脑油投掷器（Naphtha thrower），发出了大量的火花③。之后，印度军队又于1398—1399年的巴特米（Bhatmir）守城战中，使用石脑油投掷器同敌军作战，矢、石与火焰，如大雨一般倾注到攻城敌军中④。萨卢库以此为据，认为印度军队在这两次作战中使用的石脑油投掷器，是印度军队当年使用火器的证据⑤。有马成甫否定了这种说法，指出萨卢库所说的石脑油投掷器，在印度语中称Naghribiha，其意为“西方之物”，即类似从西方传来的“希腊火”，而不是火药。有马成甫的研究结论是：在1498年葡萄牙人入侵之前，印度人尚不会配制火药，更不会使用火器⑥。

① 见本编参考文献［41］第227。
② 见本编参考文献［37］第4页。
③ 见本编参考文献［37］第4页。
④ 见本编参考文献［37］第5页。
⑤ 见本编参考文献［37］第5页。
⑥ 见本编参考文献［37］第5页。



4．印度境内最早出现的火器是蒙军遗留在战场上的火箭

这种火箭是蒙军郭宝玉所部于1221—1222年，追击扎兰丁所部印度军队时所用的火药箭。印度古文化史研究者戈代认为：火药与火箭是中国人发明的，传入印度的年代尚待进一步研究[66]。印度有关火药与火器的历史记载，不会早于1400年。

至此，印度不是火药发明国的结论，已经没有可疑之处了。

五、培根不是火药发明人

罗杰尔·培根（Roger Bacan，约1241—1294年）是英国著名的自然科学家，在后期曾于英国宣传火药知识，有《书信集》、《大论》、《小论》和《三论》等著作传世。有些西方人尤其是海姆，便以其中的片言只字为据，说他是火药发明人。

1．一个捕风捉影的火药配方

海姆以培根《书信集》第一章“信”的最后一段秘语为依据，加以臆测增补后便说它是“最早的火药配方”。这段秘语的原文为：

LURU VOPO Vir Can Utriet

对于这段原文究竟是什么意思，在相当长的时期内都没有被人破译。1905年，海姆令人吃惊地重新排列成如下的形式：

RVIIPARTVNOUCORULVET. S.

然后海姆又将其分为两组：

RVIIPARTV NOUCORULVET. S.

再将其分解为：

R. VII. Part. V. Nov. Corul. Vet. S.

之后海姆又在这种排列中，加了一些单字，使秘语演变为：

Sed Tamen salis petre recipe VII Parts. V. nouvelle coruli, Vet Sulphuris.

最后海姆又将其跳译成英文：

But take 7 parts of saltpeter, 5 of young hazelwood and 5 of sulpher.

将此英文译成中文后，其意为：

但取硝石7分，柳炭5分和硫5分①。

海姆就像魔术师一样地几经变换，把培根的一段秘语，变成了一个含硝7、炭5、硫5的火药配方，再按这个配方配制成硝、炭、硫的组配比率为41.2%、29.4%、29.4%的火药[66]。海姆就这样人为地把火药发明的桂冠，戴到了培根的头上。培根在九泉之下也绝对没有想到，在他身后的600多年，会有一个英国同胞让他获此殊荣。

即便如此，海姆的心机也是白费的，他的做法理所当然地受到了各国火器史学者的批评。

2．火器史学者对海姆的批评

美国科学史权威人士萨顿（G. Sarton）指出：

至于说到培根，没有理由把火药的发明归功于他。作为这种归功依据的

① 见本编参考文献［37］第321～322页。



《书信集》的这一部分是有问题的，尽管整个《书信集》不是如此。被说成含有火药配方的秘语，没有任何手稿上的依据，而对秘语所作的破译则是捕风捉影的[68]。

日本火器史研究者有马成甫，在其所著的《火砲の起源とその伝流》中，列举了大量史实和充足的理由，完全否定了培根是火药发明人的说法①。

中国火器史研究专家冯家昇先生在其著作中说，海姆在培根文章中找到的火药配方之处，在文字上破绽百出，其中有他假想、臆测、增补和删改的成分。如在第10章和第11章的开头，就分别有：

Transactis Arabum Sexcentis et duobs

Annis Arabum 630 Transactis

将其译成中文则分别是：

在阿拉伯年之602

在阿拉伯之630年

文中的阿拉伯年指的是回历年，回历602年和630年分别是公元1205年和1233年。其时，欧洲人尚不知硝为何物，况且培根在1205年还没有出生，即使到1233年也只有19岁，怎么能说培根已经发明了火药②？若从中国在公元808年发明火药算起，它已落后了400多年。若从《武经总要》刊载的三个火药配方算起，也已晚了160多年。因此，培根根本不是火药发明人。

六、斯瓦尔茨是子虚乌有的火药发明人

欧洲人尤其是德国的一些火器史研究者，认为德国有个名叫贝索特·斯瓦尔茨（Berthold Schwartz）的僧侣是火药发明人。但是有关斯瓦尔茨发明火药的各种材料，对他的姓氏、祖籍、宗于哪个教派、发明火药的年代、地点，却众说纷纭，莫衷一是。

最早提到斯瓦尔茨的德国文书，说他是希腊人，从事炼金术，而不是僧侣。后来又有人说他是丹麦人、布拉格人，或是德国的科隆人、弗雷堡人、布伦斯威格人、梅因茨人等。在宗教派别隶属上，或说他是基督教中的方济各派（Franciscan），或说他是多明尼阁派（Dominican）、或说他是奥斯汀派（Augustinian）等，究竟属于哪座山门，谁也说不清楚。至于说到斯瓦尔茨发明火药的年代，也有1250年、1313年、1348年、1354年、1372年、1380年、1393年等多种说法，迟早之间竟相差143年，可见斯瓦尔茨是一个子虚乌有的火药发明人。各国火器史研究者否定其人其事之说也就纷至沓来。

1891年，法国化学史家贝特罗（M. Berthelot）认为，如果说斯瓦尔茨第一次出现于1354年，那么欧洲的火枪已使用了多年[69]。1909年，英国学者克莱芬（Clephen）指出，斯瓦尔茨是德国人想象出来的人物，其目的是希望使他们这个民族，享有发明火药与火炮的优先权[70]。帕廷顿综合研究各种文献资料后说，斯瓦尔茨纯系传说人物，目的是要人们相信火药与火炮起源于德国，为纪念他而建于

① 见本编参考文献［37］第317～323页。

② 见本编参考文献［42］第330～332页。



1353 年的纪念碑是没有历史根据的①。后来，建于比利时根特（Ghent）城和法国梅茨（Metz）城的斯瓦尔茨纪念设施，终于因为其纯属伪造而被拆除，所谓斯瓦尔茨发明火药的说法也就不攻自破了。

七、中国火药与火器西传的路线

同火药发明问题联系在一起的是火药与火器的制造与使用技术，在世界范围内传播路线的问题。对于这个问题，西方学者曾经存在过两种截然不同的看法。

一种看法认为，火药与火器的制造与使用技术起源于欧洲，而后又通过阿拉伯传入中国。另一种看法恰恰相反，认为火药与火器的制造与使用技术起源于中国，而后又通过阿拉伯传入欧洲。

持前一种看法的主要依据是《焚敌火攻书》所记载的一些内容。但是随着时间的推移和人们对《焚敌火攻书》研究的日益深入，这种看法也就逐渐冰消瓦解，并使后者的看法居于主导地位。

德国火器史研究者拉毛基经过深入研究后，作出了如下重要的结论：

> 硝石是 1225—1250 年间由中国首先传到阿拉伯，再通过阿拉伯人介绍到欧洲，而使英国学者罗杰尔·培根能在 1248 年知道这种盐[43]。

美国火器史研究者帕廷顿也认为：

> 没有证据说明在整个十字军时期（1097—1291 年）穆斯林用过火器或作为炸药的火药②。

恩格斯对火药与火器的制造与使用技术从中国传至欧洲的路线，曾有多次精彩的描述，其中最著名的有两处：

其一，恩格斯在《军队》中说：

> 法国和欧洲其他国家是从西班牙的阿拉伯人那里得知火药的制造和使用的，而阿拉伯人则是从他们东面的各国人民那里学来的，后者却又是从最初的发明者——中国人那里学到的[18]。

其二，恩格斯在《炮兵》中说：

> 在阿拉伯人对硝石的叫法中，有两种叫法的意思就是“中国盐”和“中国雪”。古代阿拉伯的作家曾提到“中国红火和白火”……拜占庭的希腊人最初从他们的敌人阿拉伯人那里学会制造烟火剂，这一事实是不容怀疑的……阿拉伯人看来很快就丰富了从中国人那里得到的知识……而到十四世纪初，火炮的知识就由阿拉伯人传给了西班牙人……1326 年在马尔托斯、1331 年在阿利康特（Alicante，又译作阿尔康特）的强攻中都使用了火炮；在上述围攻战中有几次火炮还发射了燃烧弹。使用火炮的知识又从西班牙人那里传到欧洲其他国家。法国人在 1338 年围攻吉约姆山时使用了火炮。同年，普鲁士的德意志骑士也使用了火炮。到 1350 年，火器已流传到西欧、南欧和中欧各国[60]。

恩格斯以大量资料为基础而写成的关于火炮发展史的论文《炮兵》，脱稿于

① 见本编参考文献［35］第 96 页。
② 见本编参考文献［41］第 189～190 页。



1857年10月中旬至11月26日，载于《美国新百科全书》1858年版第2卷中。文中对火器的起源，从中国经阿拉伯传入欧洲的历史过程，作了详细的论述，是欧洲学者所写同类论著中，最能反映历史面貌的杰作，是后人研究这类问题的珍贵资料。

当然，关于火药发明及其西传的最有说服力的证据，还是中国唐、宋、元时期炼丹家发明火药的实践活动；军事家将其用于实战的活动，《武经总要》刊载的三个火药的配方，蒙军西征时将火器带到阿拉伯与欧洲的史实，阿拉伯人与欧洲人继中国之后依次在战争中使用火器的记载。所有这些，都是任何人不能否认和改变的雄辩史实。

八、中国火药与火器西传的历史意义

历史告诉我们，火药是继造纸、印刷术、指南针等三大发明之后传入欧洲的第四大发明，它们传播的路线，也都是从中国经由阿拉伯传入欧洲各国的。这四大发明是在12—14世纪初传入欧洲的，其时恰值欧洲文艺复兴运动和资本主义萌芽到来之前，对推动欧洲的变革和人类文明的进步，产生了巨大的作用。所以马克思说：

> 火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明。火药把骑士阶层炸得粉碎，指南针打开了世界市场并建立了殖民地，而印刷术则变成新教的工具，总的来说变成科学复兴的手段，变成对精神发展创造必要前提的最强大的杠杆[71]。

英国著名学者弗朗西斯·培根（Francis Bacan，1560—1626年）在其名著《新工具》中说：

> 由于（印刷术、火药、指南针）这三项发明，已改变了全世界的面貌和世间一切事物的状态。第一项发明是在学术方面的，第二项是在战争方面的，而第三项是在航海方面的。这三方面的变化，又在其他方面引来了无数的发明；任何帝国、任何宗教、任何巨人在人世间都没有这些技术发明所带来的影响大[72]。

1982年5月，日本东京都大学薮内清名誉教授高度评价了中国火药等四大发明西传后产生的历史作用：

> 中国火药等四大发明的西传，都是在欧洲文艺复兴运动之前，没有中国四大发明的西传，就没有欧洲的文艺复兴运动，而没有文艺复兴运动，也就没有欧洲的近代化，这是欧洲人自己也承认的①。

① 这是薮内清教授在1982年5月于东京都接受中国记者采访时发表的意见。



第四章
军事工程与攻守城器械

宋元时期，各方互相争夺和兼并的战争，不但在北方辽阔的大漠、旷野和山地中进行，而且也遍及边关要隘、中原重镇、江南的繁华之乡，以及江河湖海之中，夺取关城和攻占坚固防御阵地，已成为战争的重要目标。于是京都大邑、府州县城、界城、边城和山城的建筑技术，山地的筑垒技术，江湖河川的设障、破障和涉渡技术，综合运用各种工程设施的攻防技术和战术，攻守城器械的制造与使用技术，也随之得到了空前的发展。

第一节　两宋的军事工程

两宋的军事工程，在沿袭唐代的基础上，又有不少创新。

一、军事筑城的基本规制

两宋朝廷由工部下辖的将作监掌城郭营缮之事①，其军事筑城思想和基本规制，大致反映在《武经总要·守城法》中。

1. 选址和设计的要求

书中指出，城址不可选在地势低洼和易于积水的地方。只有地势稍高，用水充足，不易干旱，易守难攻之地，才是理想的筑城处所。同时指出，在平陆筑城时，城墙高度、横截面底宽、顶宽三者之间，仍以《神机制敌太白阴经·筑城篇第四十三》规定的4:2:1为佳，如城高为5丈，底宽与顶宽应分别为2.5丈和1.25丈。若按此比例备料，则所筑之城既能节省工料和造价，又能坚固耐久。当然，在实际筑城时，都要根据城址所在地的地质等各种因素，加以适当的修正。

2. 城池各部分的建筑规制

书中详细阐述了城池各部分（图1－4－1）的建筑要求和规定，按此要求和规定所建的城池，形成了一个以城门为中心，突出重点，点线结合，综合配套的坚固的城防工程体系。

城门，平时是城内通向城外的要道口，战时是城防部队坚守的重点，其建筑必须坚固，设防必须厚足。一般方形城垣每面至少开一门，中型以上城垣要开二三处甚至更多。门要用坚厚大木制作，有的城门有两道甚至多道门。中等以上的城，通常要在城门外增建一座半圆形或长方形瓮城，两旁各开一个瓮城门，或只在一侧偏开一门，既便于人马通行，又不让城外人窥探城内军情，其高与主城墙相等。

护城河，又称护城壕，一般离城约30步，河宽视需要决定，是阻止敌军接近城墙的人工防护河。平时河上架有壕桥或吊桥，以便通行。战时或夜间将桥撤去

① 《宋史》卷一六五《职官五·将作监》，《宋史》十二，第3918页。



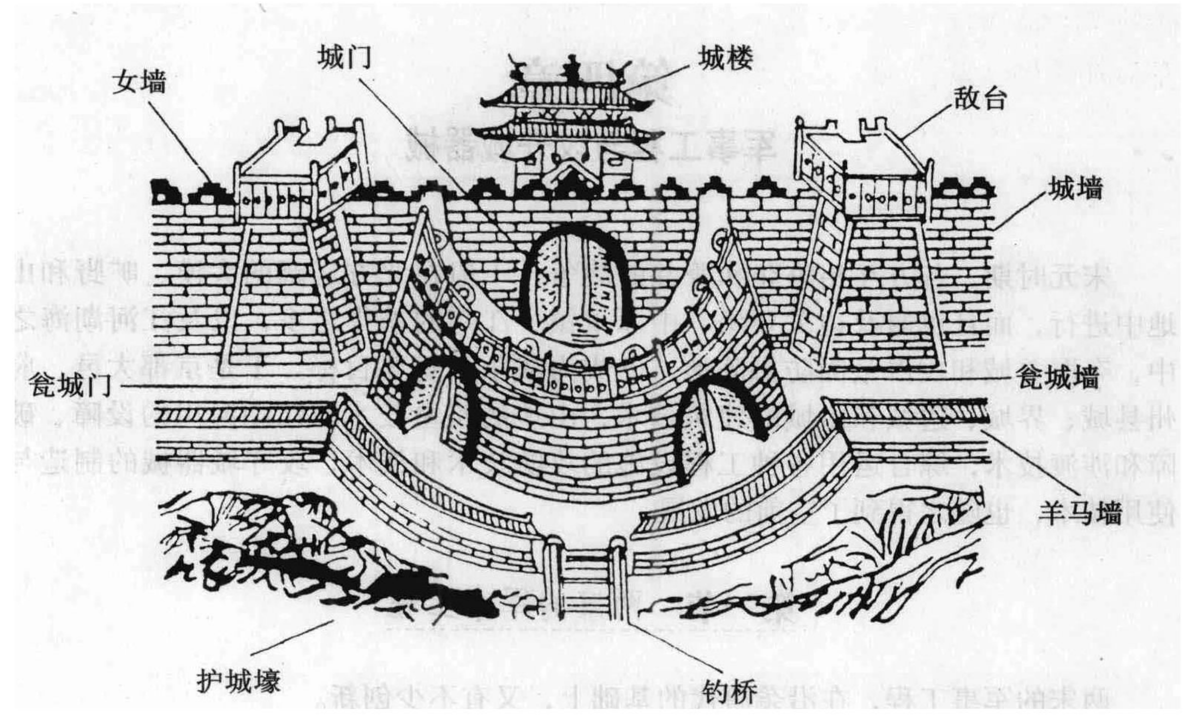


图 1-4-1 城池规制

或吊起，将敌阻于河外。

羊马墙，一般筑于护城河的内岸，离城墙约10余步，高8～10尺，正对壕桥处开设一门，便于人马通行。羊马墙实际上是在护城河内岸增筑的一道防护墙，有的仅筑于城门两侧的一段距离内，有的则围城而筑，视需要而定。守军依托羊马墙既可阻止敌军冲过护城河，又能杀伤攻城之敌，有时其阻敌进攻的作用还比较明显。南宋绍兴十年（1140年），宋将刘锜与陈规在坚守顺昌（今安徽阜阳）时，于城外筑羊马墙，布阵拒敌。攻城金军，一部分冲过护城河，以弓箭猛射，箭镞或扎入墙中，或跌落地下。与此同时，宋军用破敌弓、神臂弓、强弩，“自城上或垣门内射敌，无不中，敌稍却”①。之后，宋军又以步兵出击，金军纷纷败退，撤至护城河对岸，溺水而死者甚多，其余数千铁骑也纷纷溃逃②。这是依托羊马墙击退攻城之敌的精彩一例。

女墙，是城墙顶部内侧的挡墙，又称宇墙，高3尺多。城墙顶部外侧建有连续凹凸形的雉堞，雉堞的凹下部分称垛口，故雉堞又称儆垛口墙或垛口。守城士兵可以通过垛口，向攻城敌军发射箭矢或击砸滚木檑石。作战时，守城士兵平均布列于全城的女墙之后，进行守城战。

战棚、弩台和敌楼，都是在环城全线防御的基础上构筑的重点防御设施。一般从城门开始，向左右两侧延伸，每隔10步左右建一个，拐角处的敌楼称团楼，每处可容一二十名士兵，并设置床子弩、抛石机、滚木檑石等重型摧毁兵器和器械，形成重点防御，并与布列于女墙后面的士兵一起，形成点线结合、互相策应

① 《宋史》卷三六六《刘锜传》，《宋史》三三，第11401页。
② 《宋史》卷三六六《刘锜传》，《宋史》三三，第11401页。



的城上防御体系。这一体系又与护城河、羊马墙、各城门和瓮城一起，形成完整的城池防御体系。

以上所说城池的各部构筑规制，只有大中型城池才能如此完备，小型城池大致只有城墙、城门、城楼、钓桥、护城河等基础部分。

二、北宋军事筑城之最——开封城

开封地处平原，是中原的冲要之地，也是汴河、黄河、惠民河、广济河等四大河流交汇之处，有“四达之地”的美名。开封气候温和湿润，农业发达，周围园圃环绕，百里之内无荒闲之地，物产比较丰富，江南的大米和日用品可漕运而至。赵匡胤为实现“先南后北”的统一中国之战略，便以此作为指挥战争全局的基地。为弥补开封无险可据的弱点，其后继者便采取筑坚城、驻重兵的方法，保障开封的安全。从北宋大中祥符九年至政和六年（1016—1116 年），进行了四次大规模的扩建，开封便成为一座规模宏大，设防坚固的京城，也是军事筑城技术高度发展的结晶。

经过扩建和改筑后的开封城，由外城（又称新城、国城、罗城、土城）、内城（又称旧城、阙城、内京城）和宫城（又称大内、皇城）等三重城墙套筑而成。外城是在后周显德四年（957 年）所筑的基础上，经过大中祥符九年的增筑，熙宁八年（1075 年）和元丰七年（1084 年）的扩建，政和六年的加固而成。其中规模最大的是熙宁八年至元丰元年的扩建。经过这次扩建后，开封城的军事筑城特色更为明显。

1. 宏大的规模

开封城扩建竣工时，制诰李清臣专门作记，刻石于南薰门上，所记城周长为 50 里 165 步，基阔 5.9 丈，女墙高 7 尺。考古工作者近年来测得开封四面城墙的长度为：东 7 660 米，西 7 590 米，南 6 990 米，北 6 940 米，总长 29 120 米（合 29.12 千米），若按宋太府一尺约为 31.104 厘米计算，约为 50 宋里[73]，与石刻所记相近，是一座东西稍长、南北略短的长方形城。其遗址四面与残存的明清开封城墙（周长 14.15 千米）四壁对应平行，两者的东墙相距最近处为 1.4 千米，西墙相距最远处为 2 千米。开封城共开 12 城门：东 2、南 3、西 3、北 4。另有 9 座水门：汴河上下水各 2、惠民河与广济河的上下水各 1、广济河上南 1。近年来已勘察出上述门址中的 10 处，初步推断为城墙的城门、瓮城门或水门。北面地下水位较高，尚未测知门址。从文献记载和实测数据可知，开封城是一座周长仅次于周长 33.5 千米的唐长安城，而与周长 28 千米的隋东都洛阳城不相上下。

2. 宽阔的护城河

开封的护城河面阔 10 余丈，与进入城内的 4 条大河都有交汇点并连接成水网，平时便于同城外交通，战时可通过水门阻止敌船闯入，是整个城防工程的重要组成部分。

3. 坚厚的城墙

后周在显德四年（957 年）建筑开封外城时，由著名建筑家王朴主持设计和施工，征调 10 万民工，从郑州虎牢关（今河南荥阳县境内）运取坚硬而有黏性的优



质黄土①分层夯筑而成。每层厚 8 ~ 12 厘米，夯窝呈圆形，直径 3 厘米，深 3 厘米，呈梅花形排列。城墙高度、底宽、顶宽三者之比为 4:8:5 或 4:6:4，比一般城墙厚 3 ~ 4 倍。城墙外壁下部有用砖砌的凹形下水槽，雨水可随时流走，免被泡塌。全城的防御工程，在北宋靖康元年（1126 年）正月金军第一次进攻时，经受了考验。

4. 坚固的城门

开封外城的城门大多采用过梁式结构门洞，各门由正城门和瓮城门组成，马面式建筑开始运用到京城的城墙上，城门又分两重直门、一道直门与屈曲开设的瓮城门、水门和拐子城等三种类型。门上都建有一重或多重檐的城楼。

两重直门有四处：正东新宋门、正南南薰门、正西新郑门、正北封丘门。它们一般有三个门道，中间门道供皇帝出入。城门外加筑一道瓮城，其门与正城门开于同一直线上，故称其为两重直门。据考古探测，南薰门的瓮城，东西长 130 米，南北长 80 米，面积 10 400 平方米；新郑门的瓮城，南北长 165 米，东西长 120 米，面积 19 800 平方米，是已经探明的面积最大、保存最完好的一处瓮城遗址。

屈曲开设的瓮城门较多，它是在正城门外加筑一座半圆形瓮城，门在右侧，如东面的新曹门和西面的万胜门。据考古探测，新曹门南北长 108 米，东西长 50 米，面积 5 400 平方米；万胜门南北长 105 米，东西长 60 米，面积 6 300 平方米。

开封外城的 9 座水门，一般都在附近筑有形似瓮城的拐子城。考古学者在东墙南段探得了一处长方形拐子城址，南北长 130 米，东西长 100 米，面积 1 300 平方米，拐子城门与正城门呈东西直线对应，距城东南角 730 米。若与《避戎夜话》中关于宋军守开封的记载相对照，这座拐子城很可能就是当年宋军捍卫汴河东水门的拐子城。

从已经探测到的五处瓮城遗址看，它们的面积为 5 000 ~ 10 000 平方米，形同一座子城，为增驻守城兵力和进行机动作战提供了余地。当时开封内外共驻殿司、马司、步司共 476 个指挥，每个指挥 500 人，共约 23.8 万人，守御外城的兵力约 10 万人，每处城门或水门约驻有 10 ~ 20 个指挥，约 5 000 ~ 10 000 人，有多有少，不尽相同。

5. 绵密的马面战棚和城防库

据孟元老在《东京梦华录 · 东都外城》中说：

> （开封外城）每隔百步设马面战棚，密置女头……每二百步置一城防库，贮守御之器。有广固兵士二十指挥。

若按书中的记载计算，则城墙上每隔 155.5 米，就要设一个马面战棚，每隔 311 米就要设一个城防库，那么外城就有 187 个马面战棚及 93 个城防库。若扣除 21 座城门和水门的宽度 2 100 米，至少也有 170 个马面战棚和 85 个城防库。平均每个城防库贮有两个马面战棚士兵所用的武器和消耗性器材。马面战棚即是城上敌台，正面突出城外，宽 2.5 ~ 7.5 米不等，顶部建有女墙式挡墙，士兵可在其遮

① 《金史》卷一一三《赤盏合喜传》有“父老相传，周世宗筑京城，取虎牢关土为之”的记载。近年来考古学者经过取样分析，发现夯土多为红褐色，与开封当地的含沙黄土不同。



蔽下进行守城战。马面战棚是城上仅次于城门的设防重点，平时有较多的士兵，战时可重点抗击敌军的进攻。如果按孟元老的说法，平时每个马面战棚约有 60 名士兵驻守，比《武经总要·城制》所说的要多 40 人，可见当时开封外城驻守兵力之多。

6. 密置的垛口

开封外城的顶部内侧筑有城墙，外侧筑有高 5.44 尺的雉堞，雉堞上每五六尺开一垛口，垛口绵密相续。守城士兵可在雉堞遮挡下，通过垛口向攻城之敌发射箭镞，抛掷火球，投掷滚木檑石，抗击敌军的进攻。

由护城河、城墙、城门、瓮城、马面战棚、女墙和垛口构成的开封外城的城防工程，是北宋军事筑城技术发展水平的集中体现，具有较高的城防价值。内城和宫城是开封设防的纵深阵地，除瓮城和马面战棚外，也相应地构筑了护城河、城墙、城门和女墙，但其规模和坚固程度都要次于外城。开封的军事筑城技术、规制形式和构成部分，对西夏的兴庆府（今宁夏兴州）、金上京会宁府（今黑龙江阿城南）、中都大兴府（今北京西南）和元大都（今北京）的军事筑城，都有直接的影响。

三、陈规对德安城的技术改造

两宋朝廷及地方政府对府、州、县各级城池的建筑、改造和扩建者甚多，其中以陈规对德安（今湖北安陆）府城的改造最具有特色，最适应当时德安城池防御工程技术的要求和实战的需要，也是经过实战检验的一次成功的改造。

德安城原周长 7 里，墙高 2.25 丈，其横截面底宽约 3 丈，顶宽 1.5 丈，城墙上有 1 838 处垛口，战棚 48 处，角楼 4 座，城门和门上城楼各 8 座，瓮城 8 座（墙高 1.5 丈，各偏开 1～2 道瓮城门），距城外 3 丈多处有 5～10 丈的涢水环绕，形成天然的护城河。陈规针对全军作战的特点，对德安城作了如下改造。

1. 将原垛墙改为平头形女墙

经过改造后的平头女墙高 6 尺，厚 2.1 尺，墙面每隔一定距离开设一个 1 尺见方的射孔，上下两排，上排距顶 1 尺半，下排距上排 1 尺半，两排成品字形布列，两孔口间相隔 3 尺。这种女墙既能有效地防止金军用抛石机发石击砸，又可通过射孔射击敌军。

2. 增加城门的防御设施

这类设施有三：一是在城门顶上建双层城楼，上层居高开阔，既便于瞭望，又便于射敌，下层士兵可用刀枪同敌近战；二是废去瓮城，改筑护门墙，里外各一道，以迟滞敌军的进攻；三是增设暗门，当敌军突破门外护墙时，阻止敌军突入门内。

3. 建筑重墙、重壕

陈规主张在一墙一壕的德安城外与护城河之内，建筑一道羊马墙，又在城内建筑一道障碍性壕沟，在壕沟内侧的适当位置再建筑一道内墙，使德安城成为二壕三墙的环形防御带（图 1－4－2），以加大其防御层次和

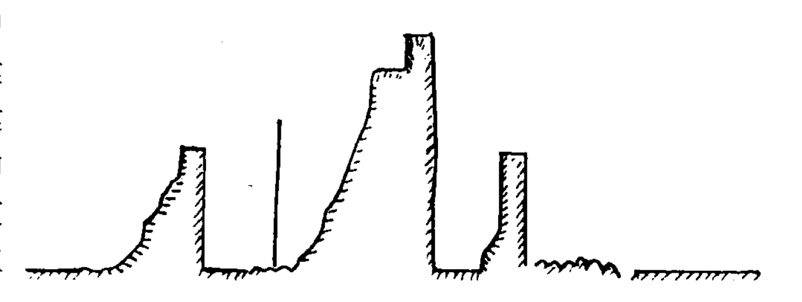


图 1－4－2　二壕三墙剖面图



纵深。陈规设计的羊马墙距主墙 2.7 丈，墙的根部先建筑成带形台基，基高 2.7 尺，长、宽各 9.6 尺；台上筑墙，底宽 3.6 尺，高 9 尺，顶宽 3 尺；距墙基 2.4 尺和 4.2 尺处，各开一排 1 尺见方的射孔，成品字形排列，其作用与平头女墙的射孔相同。

4. 改建城墙的四角

在陈规主持下，德安城的四角由直角改为弧形角。东北角为内凹圆弧，其余三角为外凸圆弧。这种弧形城角便于两面守军互相策应，能从侧后杀伤攻城敌军，扩大了击敌之面。

此外，陈规还在四面城墙多开二三道门，平时伪装不用，战时便撤去伪装，守军可迅速破门而出，攻敌不备，战而胜之。

陈规对筑城技术和守城兵器的改进，虽因各种因素没有全面推广，但他利用这些成果，在德安打退了来犯的李横乱军①；在顺昌与宋将刘锜在一起，打退了数十万金军的进攻②。

四、宋夏交界处堡寨的建筑

为了抵御西夏军的进攻，曾任陕西经略安抚副使的范仲淹，鄜延路经略使知延州沈括，知秦州转运通议大夫何常等，先后上奏朝廷，建议在宋夏交界的要地，广筑堡寨，实行“屯兵营田”之策。由于宋军在这一带兵力不足，又不善于在这种地形和气候条件下作战，所以宋廷便采取招募当地土著民族，组建番兵，扩充实力，并于北宋庆历元年（1041 年）成立秦凤、泾原、鄜延、环庆四路招抚蕃落司，以堡寨为单位，进行编练，使之成为一支寓兵于农，耕战兼备，军民合一的地方守备部队，以求达到“以蕃制夏”的策略。若西夏军拥众而来，即派斥堠，召援兵，坚壁清野，使之顿兵堡寨之下。若西夏军人少，则据险设伏，待机歼灭之。

在此政策下，筑寨之数日增，范仲淹先筑承平、永平等十余寨后，至北宋元丰年间（1078—1085 年），仅在秦凤、鄜延、泾原、环庆、并代五路，就已筑堡寨 274 处。据河东路经略使司林希于北宋元符二年（1099 年）奏称，当时的宋夏交界处：

> 幅员数百里间，楼橹相望，鸡犬相闻。横山之腴，尽复汉土，斥堠所及，深入不毛，秦、晋士马，更为声援③。

北宋的僚臣们，在宋与西夏战事纷起之时，针对西夏军长于以铁甲骑兵长驱驰突的特点，采取因地制宜，就地取材，建筑堡寨，组建番兵，以绵亘不断的城镇堡寨，削减了西夏骑兵作战之长，迫使西夏人与宋廷讲和，使交界处双方的人民有了一个稳定的局面，达到了“以寨制骑”的战略目的。

五、山地防御工程

这类工程主要集中在山城较多的巴蜀地区。南宋宝祐六年至开庆元年

---

① 见本书第一篇第二章第三节二。

② 《宋史》卷三六六《刘锜传》，《宋史》三三，第 11400～11404 页。

③ 《续资治通鉴长编》卷五一四，元符二年八月甲午，《续资治通鉴长编附拾补》四，第 4804 页。



（1258—1259年），蒙古将领蒙哥汗统兵40 000，自六盘山（今宁夏境内）分三路进攻巴蜀。新任四川安抚制置使余玠，采纳冉琎和冉璞兄弟的建议，以合州（今四川合川东钓鱼城）钓鱼山为核心，构筑钓鱼、青居、大获、天生、云顶等座山城①。其中钓鱼城位于嘉陵江、渠江、涪江汇合处的钓鱼山上。三面环水，壁垒悬江，城周长十二三里，石墙高达数丈，南北两面各建筑一道延伸至江中的城墙，称一字城。城内兵精粮足，水源充沛，江边筑有水师码头。布设战船，上可控扼三江，下可屏障重庆，并与其他各座山城互成掎角之势。其他各城也都建筑在高山顶上，通路少而险，蒙军无法攀越。它们都控山带水，筑有子城，山顶上有一定的宽坦平地，便于积粮久守。这些山城大多因地而筑，或削壁为墙，或用石垒墙，墙上设瞭望和射击设施，贮有大量石弹、石块。在主要通路上层层设防，并挖有壕沟。山下又用石块建筑外城，作为警戒和掩护主城之用。

工程完毕后，形成了以重庆为指挥中枢，以这些山城为支撑点，以长江天堑为依托，以长江南岸为纵深的巴蜀防御区域。蒙古军多次沿嘉陵江南进攻，都未能奏效，蒙哥一怒之下，于南宋开庆元年（1259年）七月下旬，亲临战地督军攻城，结果身中飞石，于二十一日死于军中（一说染病死），蒙古军便撤军北去。由于这一区域防御态势的稳固，抗击蒙军达19年。直到元至元十五年（1278年）二月元军攻占重庆后，宋军才放弃抵抗。

六、其他军事工程

两宋军队在300多年的战争中，在各种军事工程建设中，有不少新的创造。

1. 攻防结合的地道工程

宋军在同辽军作战中还构筑了一些地道。据《雄县新志》记载：

雄县中圆通阁，门前有一井，霸州城也有井与此穴相通。宋初两守将计军事，遣使穴中往返，外人不知也。

明嘉靖二十六年（1547年）刊行的《霸州志》亦称：

引马洞，杨延朗所治，始自州城中，通雄县。

从两志的记载可知，两县之间在北宋曾有地道相通。据雄县有关部门的考察，该县已于1964年，在雄县东北18千米处的祁岗村发现了一段砖砌地道遗址②。地道底面距地表4米，侧壁用30厘米长、15厘米宽、7厘米厚的青砖被覆，顶部用楔形青砖拱券。在地道内还发现了105斤重的大锤、黑釉沙缸、陶瓶。不久，又在雄县城内，孤庄头村及霸县城内，发现了与祁岗村地道相类似的地道。

2. 高层建筑——瞭敌塔

瞭敌塔又作料敌塔或开元寺塔。迄今河北省定县城南门内，仍有高塔耸峙于广场之上，开元寺已不复存在。据文献记载，北宋时有寺僧会能往西天竺取经，得舍利子归。真宗在咸平四年（1001年）下诏于定州建塔，至和二年（1055年）建成。当时定州与辽毗邻，地处前沿，军事地位十分重要。宋军为观察辽军动静，

① 《宋史》卷四一六《余玠传》，《宋史》三六，第12470页。

② 《文物》1986年第9期发表的夏清海《河北省雄县祁岗村发现古代地道》中说：在雄县城东北18千米处发现了一段北宋时期的砖砌地道，发掘了120平方米主券道，高90厘米、宽80厘米，可能是宋辽分界处北宋方构筑的一种军事防御工程。



便以此塔作瞭望台，故有其名。此塔建于高台之上，平面呈八角形，高84米，分11层，外形逐层递减，轮廓线比例匀称，系楼阁式砖塔，外面涂成乳白色，塔门彩绘火焰门。第一至三层的东西南北四面均开设真门，其余四面设有浮雕假窗。第十至十一层的八面均开设真门，以便八面瞭望敌情。第八层以下都安有佛龛。塔分内、外两层，四周有走廊环线，中心八角形柱体内有砖阶可直至顶层。登塔处设于一层北门，登至塔顶后可瞭望百里。在塔的高层出檐深处，守军可环绕塔檐四处观察敌军动静。

塔内壁上多有碑文，大多题有当时的武官及其家属的姓名。其中第二层塔壁的碑文题有："镇定高阳开三路都部署王超　知定州军州事驸马都尉吴元扆（yǐ，亦作依）　深州团练使定州驻泊行营马步军副都部署杨嗣　镇定高阳开三路行营马步军都钤辖兼定州兵马钤辖韩训"。第四层塔壁的碑文题有："云翼第八层指挥副兵使皇祚……云翼左第九指挥使刘明俊弟明信　耿氏藏氏男宜哥闰哥三哥女增姐"。令人奇怪的是和尚建塔的题名并不多，文人题咏则更少。

北宋的军事技术家和统兵将领，针对宋辽对峙的军事形势，在邻近辽地的定县东南隅，以建塔为名，供军事侦察之用，可谓用心良苦。此塔建成之后，既达到了侦察敌情的目的，又不暴露真正的军事企图，可以说是古代利用民用高层建筑为军用的杰作[74]。

3．利用水系水网建筑的工事

宋军在300多年的战争中，也常利用水系水网建筑守备工事。为防辽军南侵，宋军对北方沿边平原上的河渠、湖泊、池塘沿岸进行改建，西自保州（今河北保定），东至泥姑（今塘沽）海口，蜿蜒900余里，建成26个寨垒，置123个军铺，驻军3 000余人，乘船往返巡逻。南宋末期，宋军利用江淮水网，组建水、步各半的游击军，实施游击，在荆湖地区疏浚水道，阻碍蒙古军的行动，仅江陵（今长沙西北）一地就筑内隘11座、外隘10座，使沮水与漳水绕过城北而与汉水汇合。若蒙古军骑兵冲突而来，则泄水而下，远近300里尽成水泽，蒙古军冲突之势顿消。在长江沿岸，也按要点划区筑寨。即便是极边州郡，也开浚水道，每5里筑一水洫，迫使蒙古军临洫下马而不能长驱直入。

七、工程部队的建制

宋朝的军事工程，除在战时由参战部队和征发民工实施外，还组建专业队兵从事军事工程建筑，他们大多编制在厢军中，故有设厢军以供百役之说①。如修筑城池的壮城军，在河北路诸州、京东路、京西路、荆湖路、江南路的一些州郡，都有建制。修路筑桥的桥道军，在京西路会通州、河北路澶州、四川路兴州、淮南路寿州和泗州，都有建制。装卸运输的装发军在淮南路、东京路，都有建制。治理河道的清河军，在京西路有其建制。建筑堡寨的飞砦军，在陕西路环州有其建制。搭架浮桥的浮桥军，在京西路有其建制。制造军车的车军，在淮南路泗州和两浙路常州有其建制。建造战船的船坊军，在两浙路明州，荆湖路潭、洺、鼎

① 《止斋先生文集》卷十九《赴桂阳军拟奏事札子第三》。



州有其建制①。这些专业队兵的设置，既能减轻民户劳役，又有提高军事工程质量的优越性，然而增加了国家的养兵费用，加重了人民的负担。

第二节 辽朝的军事工程

辽朝的军事工程兴起较晚，其发展主要体现在军事筑城方面。

一、军事筑城的兴起和发展

辽朝的军事筑城大约兴起于公元9世纪。据《辽史》记载，契丹人直到辽太祖耶律阿保机的伯父耶律述澜时，才“始兴版筑，置城邑”②。五代后梁贞明二年（916年），耶律阿保机建国号契丹，建元神册。神册三年（918年），耶律阿保机任命礼部尚书康默记（汉人）为版筑使，主持都城的建筑事宜，参军韩延徽等人参与其事③。只用了100天便告建成，取名“皇都”。其城既汲取了汉人军事筑城的长处，又有契丹民族的特点。辽天显十三年（938年），辽太宗耶律德改年号为会同，改“皇都”为上京，府称临潢（今内蒙古巴林左旗东南波罗城），因其濒临潢水之故④。辽廷设上京城隍使司（一作上京皇城使）担负守备。辽景宗时（969—978年），曾以耶律德让（即韩德让）为上京皇城使⑤。

辽廷于天显三年（926年），改南京为东京，府称辽阳（今属辽宁）。统和三十年（1012年），辽升幽州为南京（又称燕京），府称析津（今北京）。统和二十六年，建中京，府称大定（今内蒙古宁城西南大明城）。重熙十三年（1044年），建西京，府称大同（今属山西）。至此，辽朝五京的府城均已建成⑥。除府城外，辽廷还兴建和改建了不少中小型的州城和县城。天庆五年（1115年），辽朝被金朝消灭，其地其城尽为金朝所有。

辽朝的五京，除东京、南京和西京都是利用旧城改建和扩建外，上京和中京则是新建之府城，反映了辽朝军事筑城的特点。

二、新建的上京临潢府城

上京临潢府城是耶律阿保机所建的政治、经济、军事中心，其地位于契丹本土的腹里地区，背靠大兴安岭的余脉，面对辽阔的草原，旁临西喇木伦河上游的两条支流，沿河向东可进入辽海，西、北两面可通入崇山峻岭，在军事上进可攻，退可守。傍河地带水草丰盛，气候适宜，是良好的耕牧之地。所以史家称上京之地：

> 负山抱海，天险足以为固，地沃宜耕种，水草便畜牧⑦。

据《辽史·地理志》记载，上京城垣周长27里，分南、北二城，北城为皇

---

① 《宋史》卷一八九《兵三·厢兵》，《宋史》十四，第4639～4696页。
② 《辽史》卷二《本纪第二·太祖下》，《辽史》一，第24页。
③ 《辽史》卷七四《康默记·韩延徽传》，《辽史》五，第1230、1231页。
④ 《辽史》卷三七《地理志一·上京道》，《辽史》二，第438页。
⑤ 《辽史》卷四八《百官志四·上京城隍使》，《辽史》三，第807页。
⑥ 《辽史》卷三七《地理志一·序》，《辽史》二，第438页。
⑦ 《辽史》卷三七《地理志一·上京道》，《辽史》二，第440、439页。

城，略呈正方形，墙高3丈，建有楼橹，开设四门；南城为汉城，墙高2丈，不设敌楼，共开设六门①。近些年来，文物和考古部门曾对上京的城址作了比较全面的勘察，测得不少比较准确的数据：皇城墙垣残高9米，平均残高5米；东、北、西三面城墙基本完整，长度分别为1 467米、1 485.8米、1 844.1米；南墙已基本被白音戈落河冲塌，只保留了四段，实测全长为1 601.73米，总长度为6 398.63米；东、北、西三面城墙上都有残存的马面，每两个马面之间的间距约110米；三面城墙各有一个门址，并筑有瓮城。南面的汉城只存东、南、西三面城墙，长度分别为1 290米、1 610米、1 220米，没有发现门址、瓮城，其北墙即为皇城之南墙；皇城的西墙与汉城的西墙并非呈直线相连，而是自两端向中间内折，内折的长度大致相等，使两城连接后的全城，成为一边内折的“日”字形。这种形状是在天显元年（926年）增筑汉城时形成的。皇城东、北、西三面城墙，与汉城东、南、北三面城墙相加，总长度为8 916.9米，约合17唐里，比记载之数约少10唐里[75]。

上京汉城的规模较小，多为汉人居住，没有市肆、商店，没有马面等设施。皇城的规模较大，其中部建有大内，两侧为辽廷各机构所在地。大内之南为承天门，开于天显元年。原来皇都为东西走向，其大内的正门向东，符合游牧民族搭设毡帐的传统习惯。扩建时，仿照汉族京都大内之门向南的制度，开设了承天门。为加强皇城的守备，增筑了马面、敌楼等设施。上京是辽朝早期所建的代表性城池，它的建成，既是契丹人早期军事筑城技术发展的结晶，也是契丹社会封建化进程中的一个重要标志。

三、新建的中京大定府城

中京大定府城址在今内蒙古宁城县大明城，背靠九头山（辽城七金山），面临老哈河（辽称土河），是老哈河中游最开阔的冲积地带，地势平坦，土地肥沃。全城由外城、内城和大内组成为三重城。1959—1960年，考古部门曾对中京进行过全面的勘测和重点发掘，为了解其概貌提供了一定的依据。

外城平面为横宽竖长的长方形，南北长约3 500米，东西宽约4 200米，周长约15 400米，与史书记载的周长30里相吻合。东、北两墙仅存残高1米左右的土垅，西、南两墙在金、元时期曾有补筑，现存残墙最高处为8米，没有发现马面痕迹，东北和西北两角有突出的角台。南墙中央和东西部各有瓮城遗迹一处。西墙正中有一豁口，没有瓮城遗迹。北墙和东墙至今未找到门址。自外城的朱夏门经内城的阳德门至皇城的阊阖门之间，有一条中轴大路，路宽约64米，用黄土、灰土和沙子铺垫，路面中央稍微突起，剖面呈弧形，路之两侧有排水沟，沟上盖有石板或木板。大路两旁有南北纵街三条，东西横街五条，街面宽4～15米。外城还发掘出官署、庙宇和廊舍遗址。廊舍在中轴大路西侧，为一南北向的长方形建筑，柱础和夯土台基尚存。外城南部为坊市所在。

内城位于外城之内的中央稍偏北，两者平面成回字形布局，南北长约1 500米，东西宽约2 000米，周长约7 000米。现存西面残墙高约2～3米，上有马面遗

---

① 《辽史》卷三七《地理志一・上京道》，《辽史》二，第440、439页。



迹，每两个马面间距约95米。其余三面城墙都曾经过改建和扩建，迄今还没有找到它们的门址。内城阳德门至阊阖门之间有一条宽约40米的大路，两旁没有发现建筑遗迹。

大内位于内城之正中偏北，仅筑有东、南、西三面城墙，各长500米，其北墙与内城北墙共用。城墙上未发现马面遗迹，东南角和西南角各筑有角楼，现存楼址残高约5米。东、西两墙残高2~3米，南墙仅见其墙基遗迹，并在其正中发现3个大门址，似为文献记载的阊阖门遗址。在其东、西各长180米处，分别发现了一个小门址，似为文献中记载的东掖门和西掖门遗址。阊阖门内的大路仅宽8米。东掖门和西掖门内，有道路通往武功、文华两门。武功和文华两个殿址已被发现[76]。

考古发掘表明，辽中京的府城是辽朝中期军事筑城的代表性城池，是辽朝鼎盛时期所建筑的陪都。它的设计和建筑，已汲取了中原都城建筑的许多长处，反映了辽朝军事筑城技术的进步，也是辽朝中期社会向封建化前进的一个重要标志。

四、新建与改建的中小型城池

辽朝“五京”之中，上、中、东、南四京为大型城池。西京大同府城与新建上等州城的规模相近，属中型城池。中下等州城与县城则属小型城池。

上等州城为节度使所驻守，城墙周长多在4 500米以上，已发现的城址有：周长4 600米的丰州城（今呼和浩特东郊）、周长5 213米的长春州韶阳军城（前郭尔罗斯蒙古自治县他虎城）、周长4 562.8米的泰州德昌军城（今泰来县塔子城）、周长4 600米的云内州开远军城（今呼和浩特西白塔古城）、周长5 000余米的新泰州城（今洮安县程四家子古城）等。

中等州城多为节度使、观察使、防御使驻守，其城墙周长约3 000米，大多分布在东京道内，为数不多。如周长3 053米的祥州城（今农安县农安镇东北60里处），周长3 150米的江州城（今榆树县大坡古城）等。

下等州城与中等州城的驻守官员，在官阶上大致相近，它们的城墙周长大约在2 200米以下，如周长2 140米的永州城（今内蒙古翁牛特旗白音他拉苏木东南）、周长2 220米的东兴州武兴军城（今黑龙江托克托县城的大皇城）、周长940米的隰州平海城（今绥中县崔家河沿古城）等十多处城址。

县城的规模大小不等，大者城墙周长约为2 200米左右，如周长2 700米的富庆县城（今辽阳西偏南100里）。小者城墙周长约1 000米，如周长1 314米的怀德县城（今农安县万金塔乡小城子古城）、周长约1 000米的泰县城（今巴林左旗十三脑包古城）等。

《辽史》还记载了边防城，如静州、镇州、建安军维州、防州、河董城、静边城、皮被河城等①。它们并不是通常所说由两国或两种政权，在边界上设立的守备城，而是辽朝在其东北和西北所属部族聚居地区内，“因屯戍而立”的城池，这类城池“各据形胜”而“不资丁赋”②，即只为屯驻军队而不居住一般民户所建筑的

① 《辽史》卷三七《地理志一·上京道·边防城》，《辽史》二，第450页。

② 《辽史》卷三七《地理志一·上京道·边防城》，《辽史》二，第451页。



城池。这类城池的遗址已经发现很多处，其数量远远超出《辽史》的记载。如在蒙古人民共和国境内就发现有祖赫雷姆、西赫雷姆等九处。内蒙古境内的通化州城和金山县城等。其中有些较大的边防城附近还有较小的城，起着护卫大城的作用。有的城内还发现陶窑和冶铁作坊、石碾等遗存物，说明这些城池除驻扎屯守的官兵外，还有为军事服务的工匠和农牧民。

上述各种类型城市的平面，一般为正方形和长方形，四面城墙的正中或稍偏处都开有城门，最多的开三门，少数城门外还筑有瓮城。有的城墙上有马面，每两马面间的间距为 60～90 米。城的四角大多建有角楼。有的城墙外的四周，还发现有护城河的遗迹。有的古城还发现辽代的大铁刀、平头镢等兵器。这些发现表明，它们都具有明显的守备作用。

除上述城池外，辽朝还建筑了守护帝陵的城池。如祖州城（今巴林左旗西北，是耶律阿保机的伯父耶律述澜，在契丹本土建筑的第一座城池）、怀州城（今巴林右旗岗庙村）、庆州城（今巴林右旗白塔子苏木）等。还有契丹贵族所筑安置俘户和嫁户的私城，即庄园式的城池，如头下州城，上京道的松山州城（今巴林右旗布敦化苏木）、懿州城（今彰武县塔子营古城）、成州城（今阜新县西北 50 里处）等。这两类城池屯驻的官兵和民户，主要任务是守护帝陵和为贵族进行农牧业生产，以及制造手工业产品。

五、新建的界壕及其烽火台与城堡

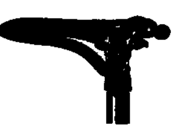
1984 年春夏，吉林地区文物普查工作者，曾经在舒兰县西部地区，发现了一条古界壕、两座烽火台、三座堡寨、两座城址[77]。经过考察分析，初步确定它们是辽朝在 11 世纪后期，为防御女真的袭扰而建的。

界壕遗址位于第二松花江右岸的溪河乡，东南至西北走向，起自溪河乡双印通古城，经敖花东山头、孔屯与二道村间的山岭，到溪河与二道乡交界处止，全长约 12 千米，是一条不长的带形界壕。其西部约 6 千米处已为耕地，东部约 6 千米处，因筑在山上，故其遗址尚存，恰似巨蟒蜿蜒于山脊和山腰间。界壕沿山岭走向而筑，构筑时，先挖两条平行的壕沟，两沟内壁间距约 4 米多，沟中挖出的土分别堆叠在两沟的外侧，形成中间高、两侧低的三道壕棱，经测量，现存中间残壕棱高 1.3 米，两侧残壕棱高约 1 米，壕基全宽为 7.6 米（包括壕堑与壕棱的宽度在内）。

两座烽火台与界壕的遗址在一条线上，其名为敖花墩台与敖花东山头墩台。前者原在高丘上，现已不存其迹；后者位于敖花东山头之巅，系削山表土堆筑而成，平面呈圆形，直径约 5 米，残高约 1.5 米，登台远眺，风物尽收眼底。

三座堡寨之名为五台山堡寨、小城子山堡寨、黄鱼圈珠山堡寨，它们都坐落在山丘之巅，平面圆形、椭圆形，周长 100～400 米，由就近取土夯筑采石堆砌夯筑，是构筑的比较简易的守备工事。

两座城址之名为双印通古城和嘎呀河古城。前者位于溪河乡双印通东北的岗地上，东距吉哈公路 300 米，西临松花江支流，北为开阔农田，城墙用黄土夯筑，平面为圆角正方形，周长 225.3 米，北墙中间开有一门。嘎呀河古城位于白旗乡嘎呀河南岸，南距双印通古城 3.5 千米。城墙周长为 1 540 米，用黄土夯实，夯层 9



~12 厘米，平面近似方形，东面和西面各有 3 个马面，南面和北面各有两个马面。城的四角都有角楼。城外四周似有护城河的遗迹。城内曾出土过铁剑、箭镞等兵器，可见这是界壕附近一座较大的军事筑城，守备设施比较完善，具有明显的守备工程的特色。

据《辽史》记载，辽太平六年（1026 年）二月，辽廷“以迷离已同知枢密院，黄翩为兵马都部署，达骨只副之，赫石为都监，引军城混同江、疎木河之间。黄龙府请建堡障三、烽台十，诏以农隙筑之”①。据考证，混同江为东北流之松花江，疎木河为西北境之第二松花江。据此可以判知，舒兰溪河界壕附近的三寨二城，当是辽圣宗年间所筑的边防城堡，而两座烽火台，则可能是太平六年，黄龙府请建的十座烽火台中的两座，当是为防御女真人而建的军事工程。

辽朝的军事工程技术虽然起步较晚，但是在汲取中原汉族军事工程技术之优长后，便有了较快的发展，所建中京大定府的规模已相当可观。各类中小型城池的建筑，也具有明显的军事特色。辽朝所建的城池，虽然没有抵挡住金军的进攻，而于保大五年（1125 年）被金朝灭亡，但是它们却被金朝所沿用，成为金军猛安或谋克的驻地，并为金朝军事筑城技术的发展奠定了良好的基础。

第三节　金朝的军事工程

金天会三年（1125 年）二月，金军于应州（今山西应县）境内，俘获辽天祚帝耶律延禧后，灭亡了辽朝，辽朝的领地和城池也尽归金朝所有。金朝建立后，仍沿用辽朝的“五京”之制，将上京改为北京，南京改为燕京。金灭北宋后，未改汴京之名。金朝前期自熙宗天会十四年至皇统九年（1136—1149 年），共有七京：上京会宁府（今黑龙江阿城南），北京临潢府，中京大定府，东京辽阳府，西京大同府，燕京析津府，汴京开封府。金天德五年（1153 年），因上京距中原过远，不便于统治，正式迁都至燕京，并改府城为中都大兴府（今北京西南），同时去原上京之名号，连同此前已去北京临潢府之名号，只保留中都、北京、西京、东京、南京等“五京”之名号。金大定二十一年（1181 年），又重修上京府城，恢复上京之名号，故又成为六京。其中上京会宁府是金朝早期建筑的都城，中都是金朝改建和扩建的都城，两者都是具有金朝军事筑城特点的大型城池。

一、新建的上京会宁府城

上京会宁府城址，位于黑龙江阿城南之阿什河西岸 2.4 千米处，是金朝肇兴之地，初称皇帝寨、国相寨、太子庄，金太宗天会元年（1123 年）已称上京。皇统六年（1146 年）又加以扩建，海陵王迁都燕京后，曾于正隆二年（1157 年）毁上京城，“仍夷其址而耕种之”②。金世宗大定二十一年，又重修上京府城，作为陪都。现存的上京故城遗址，当为金世宗时所重建。据考古发掘和实测可知，上京外城分南、北二城。北城是南北长、东西窄的长方形，南北长 1 828 米，东西宽

① 《辽史》卷十七《本纪第十七·圣宗八》，《辽史》一，第 199 页。

② 《金史》卷五《本纪第五·海陵》，《金史》一，第 108 页。



1 553 米。南城是南北窄、东西长的长方形，南北宽 1 523 米，东西长 2 148 米，南、北外城周长共 10 873 米。现存城墙残高 3 ~ 14 米，城基阔 7 ~ 10 米，均为夯筑。外城墙每隔 70 ~120 米构筑一个马面：东面 22 个，南面 13 个，西面 32 个，北面 14 个，共 82 个。全城于 5 个城角处，各筑角楼一座。外城有城门遗址 8 处，有 5 处建有瓮城。南城内偏西为皇城，南北长 645 米，东西宽 500 米，面积约 32 万多平方米。原城墙已毁，实测其墙基阔 6. 4 米。皇城南面至今还存有两个互相对峙的高大土堆，似为当时建阙之处。其间还有三个小土堆，各高约 3 米，似为皇城的南北门址。南门有三条通道，中为正门，两侧为左、右阙门。宫殿依次位于南北中轴线上，两侧有围廊基址，长约 380 余米，宽约 11 米，地面积土中分布有大量残断砖瓦和陶瓷碎片等遗物[78]。

金上京会宁府是金朝前期的都城，也是重点保卫的大型城池，故其守备设施完善，具有明显的军事筑城的特色。对金朝其他各型城池的建设，有着重要的影响。

二、改建的中都大兴府城

金海陵王完颜亮夺取政权后，认为上京会宁府地区土地贫瘠，又远离中原，不利于统治，便决定选择辽南京（今北京）之地营建新都。这里“地广土坚”，“人物蕃息”，适于建都。天德二年（1150 年）三月，海陵王命张浩、孔彦舟进行设计施工，仿汴梁（今开封）城制，建筑新都。他们把旧城的东、西、南三面加以扩展，继而又在城内中部的前方扩建宫城，天德四年（1152 年）完工。贞元元年（1153 年），海陵迁入新都，定名中都，设大兴府。

金中都大兴府城位于北京西南，考古部门曾于 1958 年及 1965—1966 年做过两次勘测。全城由大城、内城和宫城组成。大城之东南城角约在今永定门火车站西南，东北角在今宣武门内翠花街，西北城角在今军事博物馆南面，西南角在今凤凰村。城墙均为夯土版筑，高约 13. 3 米，西墙基宽 18. 5 米，长 4 530 米，南墙长 4 750 米，东墙长 4 510 米，北墙长 4 900 米，总长约为 18 690 米，略呈南北短、东西宽的长方形，四面城墙各开 3 门，共 12 门。内城亦称皇城，城墙周长约 4. 5 千米，四面城墙共开 5 门，南 2 门，其余三面各 1 门，四隅有角楼。宫城位于城北，正门为应天门。从全城由三重城墙套组而成的布局看，可知其是一座具有较大防御纵深的大型城池。

三、新建与改建的中小型城池

金朝大多因辽朝之中小型城池改建而用，新建者也不少。

1. 中型城池

金朝建筑的中型城池较多，可以奥里米古城（今黑龙江绥滨县西 9 千米）为代表，看出其军事筑城之特色。该城南距松花江 1. 5 千米，敖来河自西北流经东南，东西北三面为耕地，便于防守。1974 年，黑龙江省文物工作者对该城遗址再次进行勘察，测得北城墙长 912 米，残高 3 ~ 4 米，有 48 个马面，但未发现城门址，墙外有 1 ~2 米深的壕沟。东墙北段遗址保存较好，残留 8 个马面，中间偏北有瓮城一处，长 21 米，宽 34 米，瓮城外墙中部偏北有一豁口，似为门址。西墙北段长 324 米，残留 7 个马面。西墙南段和南墙大部已被敖来河河水淹毁，南墙东段



残存72米。城墙都为黄土夯筑，城角均为圆弧形。全城呈正南北向，近似方形，重视马面的建筑。据残墙遗址估算，城墙周长约3 224米。经对各种遗址和出土实物分析，奥里米古城的建筑规制与金上京会宁府相类似，是在辽朝五国都之一的奥里米部旧址上，经过改建和扩建而成的一座中型军事筑城[7]。

2．小型城池

蒲峪路故城是金朝建造的一座具有代表性的小型城池，位于黑龙江省乌裕尔河南岸，俗称克东古城，南距哈尔滨市约300千米。1975年及1979年，黑龙江省考古工作队曾对其进行两次发掘，其平面呈椭圆形，东西长1 100米，南北宽700米，城墙周长2 850米，都用夯筑，夯层厚8～13厘米，底宽20米，顶宽1.5～3米，残高3～4米，城墙上每隔60～70米便有一座马面，全城共40处，马面的密度较高，利于固守。城墙外10米处有护城壕，现已淤平。南北两面城墙各开一座城门，南门外有半圆形瓮城，东西长35米，南北宽17米，城门构筑牢固，门座前后两面都砌有青砖。城门前的瓮城里，堆满了遗存的石弹、圆石、铁镞、甲片、马镫等武器装备，门楼的木板被烧焦。据此可以判知，此城门可能在战火中被烧毁[79]，其军事筑城的特点十分明显，在筑城技术上有较大的进步，砖砌技术已从中原引入金朝。据考证，金上京最初是夯土城垣，多年以后才改砌砖墙。蒲峪路在金朝又称蒲与路，金天德三年（1151年）置节度使。据推测，该城大约在此前后改砌砖墙，成为一座守备设施较好的军事筑城。

3．集群建筑的中小型城池

1975年，吉林省文物考古研究所组织有关专家，对横贯科右前旗、突泉县的蛟流河、归流河、洮儿河沿岸冲积平原的中小型城池，进行了大规模的普查，发现了37处城址，这些城池大多为辽、金两朝所建筑和使用，其中尤以金朝改建和扩建的特点更为明显，其遗址、遗物甚多。有的城池保存较好，有的仅存断壁残垣[80]。这些城池在选址、布局和建筑技术上，都各有千秋。

其一，城址选择得当。这些城池，无论是筑在平原还是山上，都具有良好的地理环境。它们大多背依起伏的山峦，据险可守。面临广阔的平原和纵横的河流，有适宜的气候、生产、生活和交通条件。如位于洮儿河中游的哈拉根台城，东、北两面依山，西面濒临小河，南面为开阔平原。

其二，城池布局合理。这些城池在建筑时还考虑了整体的布局。它们大多排列有序，错落有致，互成犄角，既便于平时互相联络，又便于战时互相策应，而且大多与金代的界壕（即金长城）、边堡联系紧密，形成联网式的城池群体防御体系。如好田城在金代东界壕和中界壕之间。学田马站城则紧临金代界壕而筑。

其三，在建筑时都注意到因地制宜。对平原之城则按平陆筑城的方式进行。对山地之城则因山顺势，利用山险形胜，就地取材而筑。如和平城依山傍河，就近取土、石混合构筑。而山腰上的沙力根山城，南面为绵密的山地，洮儿河流经城北、城西，全城因山势走向，成不规则长方形，西面和北面依托断崖，于是只用石块垒砌南墙，用土夯筑东墙。又如巴拉各歹山城，建于归流河的支流巴拉各歹河南岸，坐北朝南。西面为陡峭的山壁，成为天然崖墙，崖下为河，远处为宽广的冲积平原。南面和东面为山地缓坡，就地取土筑墙。全城可控制水陆要道和



山口险隘，成为易守难攻之城。

其四，城制因城而异。这些中小型城池虽有大有小，但却都由城门、瓮城、马面、城角楼等部分组成，其组成方式则因城而异。通常较大的城池组成部分比较完备，较小的城池只取几个重要部分组成。哈拉根台城呈正方形，周长约 690 丈，是一座小中见大的城池。四面城墙各开一道城门，城门外有瓮城。每面城墙的外侧都建有马面，城外距墙 20 米处有护城河环绕，城池的组成部分基本完备。最小的查干城建于归流河北岸的冲积平原上，呈正方形，周长约 70 丈，只有城墙和城门，没有马面和角楼。

上述中小型城池，大多改建和扩建于金代，也反映了辽代军事筑城的传统。它们与金代的界壕相连，形成界壕、沿线边堡和城池相结合的防御体系，在军事筑城史上具有一定的意义。

四、新建的金长城

金朝在灭亡辽朝与北宋后，便占据淮河以北广大地区。为防北方蒙古族的威胁，以除去其南下与南宋逐鹿的侧背之患，便开始在与蒙古人接触的北方沿边地带，设置城堡，开挖界壕，进而连戍堡而筑长城。史学界认为，金太宗天会年间（1128—1137 年），都统婆卢火在驻守东北路泰州（今吉林白城东南），便开始修浚界壕①。大定二十一年（1181 年），金世宗遣大理司直蒲察家奴等，将东北自达里带石堡子至鹤五河（今霍林河）地分，临潢路白鹤五河堡子（似为白音乌兰边堡）至撒乃里，都取直列置堡戍②。金章宗明昌三年（1192 年），又自西南和西北路，沿临潢达泰州，开筑壕堑，以 30 000 士卒连年施工，至金承安三年（1198 年）方告完成。承安五年，再次进行修缮增筑，遂筑成连绵不断的带形防御墙、壕，形成以墙、壕为主体，与边城、边堡相结合的军事防御工程体系，史称金代界壕或金代长城。

中华人民共和国成立后，曾对金长城做过多次勘察，测知金长城绵延 2 500 千米，其东北起自黑龙江省的莫力达瓦旗七家子附近，沿大兴安岭东南麓转向西南，经布哈特旗、扎赉特旗等地，至科右前旗西南方向分为南、北两线：北线经突泉县北部，在科右中旗北部穿越兴安岭，进入锡林郭勒草原，经东乌珠穆沁旗、阿巴嘎旗北部、苏尼特左旗和右旗至四王子旗；南线从科右前旗西南方，经突泉县、科右中旗、扎鲁特旗、巴林左旗和右旗、林西县、克什克腾旗，在达尔泊西南进入锡林郭勒草原，然后再经正蓝旗、正镶白旗、镶黄旗，向西南过商都县境和苏尼特右旗，经察右后旗，在四王子旗的查干脑包与北线会合。会合后的界壕，自四王子旗以西，以东北往西南的方向，经达茂旗境内，到武川县上庙沟阴山北麓，消失于大青山北部的群山之中[76]。可见金长城除两端为单线外，中间还分内、外、中三条支线，若按单线里程计算，其总长度有近万里之长。金长城由城墙、马面、戍堡、边堡、护城壕等部分构成，具有明显的军事筑城特色。它的知名度虽然远逊于万里长城，却充分反映了少数民族在军事筑城上所取得的成就。

---

① 《金史》卷二四《地理上》之"序"、"边堡"，《金史》二，第 549 页。

② 《金史》卷二四《地理上》之"序"、"边堡"，《金史》二，第 563 页。



1. 城墙和城壕

城墙和城壕大多有主、副两道之分，也有些地段为一道或三道。主城墙是金长城的主体，其外侧挖有相应的主壕。主城墙高6～8米，底宽10～12米，顶宽2～7米。顶部平坦，向外一侧筑有雉堞。主城墙除少数用石块包砌和土石混筑外，大多用挖掘壕沟中的黄土夯实版筑而成。主城壕深4～5米，宽5～6米。在主城壕的外侧，还各筑一道副墙和副壕。副墙与主墙平行，厚约5米，高1米多。副壕较浅，挖在副墙的外侧。施工时，筑墙与挖壕同时进行，以挖壕之土，堆垒夯实，版筑成墙，壕沟挖成之时，即为城墙竣工之日。从整体上看，金长城系由二墙二壕组成，是具有四个层次和一定纵深的带形防御工程。副壕为头道防线，用于削减蒙古骑兵初来的驰突之势。副墙既可掩护守军作战，又能防止北来的风沙将主墙淹没。主壕既阔且深，经过副壕和副墙的削减，蒙古骑兵战马冲突之势至此已经锐减，若要越过主壕，还须付出重大代价，即使逼近主墙，还要遭到坚守于雉堞、马面、城门、瓮城门、戍堡（亦称壕堡）守军的顽强抵抗。

2. 马面和瓮门

马面战棚倚主墙而筑，阔12～15米，正面突出主墙外10～12米，比主墙稍高，沿主墙每隔130～150米构筑一个，顶上盖有板屋，供守军休息，并能瞭望敌情和掩护士兵作战。瓮门通常开设在接近戍堡的主墙旁，并在主墙上开设一门，外面构成一个拐尺形土台，右侧开一小门，仅容一人侧身而过，平时可通行人，战时可供士兵出入。

3. 戍堡

戍堡又称壕堡，是建筑在金长城内侧的小型戍守城堡，有的与长城连筑，以长城之城墙为其一面墙，大多为正方形，每面边长约200米，堡墙的高度、厚度大致与全墙相等，用土夯实版筑而成，夯层厚10～40厘米不等。堡门设在里墙中央，有的还筑有瓮城。靠近主墙的堡墙两侧各开一门，供士兵迅速登城。堡内建有营房，供士兵驻宿。戍堡大多筑在谷口和通道附近，各戍堡间的间距因地势险要之异而别，一般为3～7千米，较远的有7～11千米，战时可互相策应和救援。河北省康保县、丰宁县的小兰城、大土城、骆驼场城便属于这类戍堡的遗址[8]。

4. 边堡

边堡大多建于金长城内侧，处于避风、朝阳、地势平坦、水源丰富的交通要道与山河险要之处，与长城相距约1千米，与长城的马面、壕堡遥相呼应，相邻的边堡约间隔5～10千米不等。边堡一般呈正方形，每面墙长约200米，墙体都系夯土版筑，有马面、角楼、护城河、房屋等配套建筑。内蒙古霍林河矿区的两座边堡遗址，反映了这类军事工程的概貌。

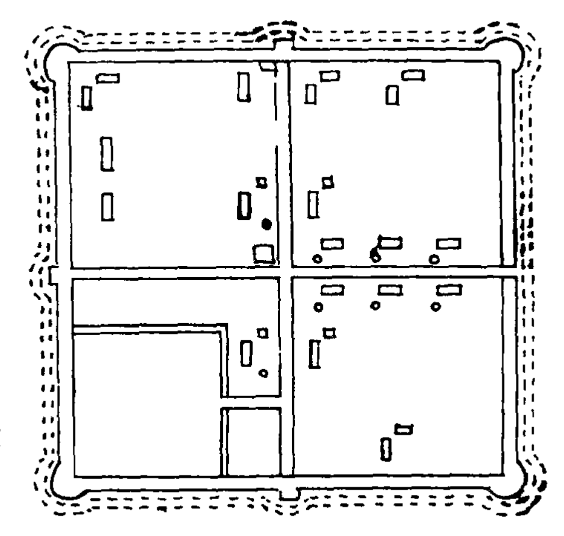


图1-4-3 一号边堡平面图
（采自《考古》1984年第2期）



1981 年夏，哲里木盟博物馆对这两座边堡遗址进行了勘察。其中一号边堡位于矿区西缘，西望界壕，东接草原，南北两侧为浅山，城堡坐落在台地上，略呈方形（图 1－4－3）[82]。城墙与城壕轮廓清楚，四面墙长：东 190 米、南 192 米、西 187 米、北 191 米，残高 2.8 米，底宽 6.5 米，上宽 3 米，系黑土夯筑，夯层在 15 厘米以下。距墙外 2.4 米处有一道宽 4 米、深 2.5 米的护城壕。只有东墙开一门。其余三墙顶上各建一个马面，在其内侧倚墙处建有戍兵营舍。四角有楼。堡内还有小城营舍、道路、水井等建筑。曾出土过铁制刀、剑、镞、甲片等兵器。另一座边堡的建筑形式与平面布局大致与此边堡类似而稍逊。有些戍堡也与此边堡雷同。

5. 边城

边城是离金长城沿线较远而稍大的小型城池，它们大多建在界壕主要通道附近的平台或缓坡上。如河北省沽源县的九连城就是这类边城。该城建于平坦草原上，平面呈长方形，东西宽 760 米，南北长 920 米，周长约 3 360 米，城墙残高 1～3 米，四周残存 28 个马面遗迹，四角有角楼基址，东、西、南三面各开有 13 米宽的城门。据学者们考证，九连城在金代为昌州城，与桓州、抚州并称金朝西北三大州城[81]。

金长城的选址和走向有其十分周密的考虑，其北面外侧多为山地、高原和浩瀚无际的沙漠。长城以南，河流交错，沃野千里，雨量和气候都适合发展农业生产。金长城的修筑，对保卫金上京的安全与人民的安定，都有一定的作用。金长城绵延近万里，堡寨成百上千，集中反映了金朝军事筑城思想和技术水平，是中华民族军事筑城技术的一份宝贵遗产。

第四节　西夏与元朝的军事工程

西夏与元朝在军事工程技术方面也各有自己的特色。

一、西夏的军事工程

西夏的军事工程，主要有新建的兴庆府，以及在宋夏交界处所建的堡寨。

1. 新建的西夏东京兴庆府城

西夏的都城兴庆府，原名怀远城，初由西夏主李德明选定，将派官员扩建城池，改名兴州。北宋天圣九年（1031 年），李德明死，其子李元昊继位。西夏显道二年（1033 年），李元昊升兴州为兴庆府（今银川），进一步扩建宫城殿宇。西夏天授礼法延祚元年（1038 年），李元昊自立为帝，国号大夏，以兴庆府为京都，称东京，与宋之东京、辽之上京鼎足而立。

兴庆府西倚贺兰山，东近黄河，地形平坦，水网密布，有“塞外江南”之称。兴庆府城的设计和规划，在许多方面都以唐都长安（今西安）、宋都东京为参照模式，府城之名源于长安的兴庆宫、东京之称又与宋都东京一致。然而，兴庆府的城池布局又因地而制宜，独具特色。

唐都长安与宋都东京的城郭布局都为正方形，而兴庆府城郭的布局却呈东西长、南北短的长方形，城池面南而偏西，这是由府城所在的地形所决定的。府城平面的长宽之比为 1.6:1，与人体高宽之比相似，这同西夏人传统的设计思想有



关。其城以城郭为躯干，黄河西岸的高台寺象征其头。两足直抵贺兰山，凭高俯瞰，府城宛如巨人平躺于大地之上。这种建筑平面图与人体一样，具有均衡、对称的特点。府城的城门、宫殿、道路、河渠、坊里等各类建筑，都以明显的纵轴线与横轴线作对称布局。府城西面的附马城（今沙城子）、贺兰山麓的克夷门，都是拱卫府城的要塞。城内军事手工业发达，兵器制造作坊林立，夏人剑、神臂弓、旋风砲、冷锻甲、马鞍、毡盾、攻城器械木鹅梯冲、云梯、革洞、对垒战车、用羊皮制作的“浑脱”（即羊皮筏子），都在城内制造。

2. 新建的小型城池

西夏自建的中小型城池较少，史少记载。北宋天圣二年（1024 年），李德明曾在定州（今银川市东北约 50 千米）建筑了省嵬城，用以屏障兴庆府。1964—1965 年，考古文物部门曾对定州古城遗址做了考察，该城位于宁夏石嘴山市原庙台公社，略呈正方形布局，城墙用夯土筑成。城东门遗址的清理显示，门道两壁基础铺石条，上立排柱，排柱上架横木，其上有建楼的痕迹[83]。

3. 新建的宋夏交界处的堡寨

西夏当局为了打破宋廷“以堡寨制铁骑”的战法，也在惠宗秉常至崇宗乾顺年间（1068—1139 年），相应地域增筑堡寨，实施“以堡寨反堡寨”的战法①。于是在横山要冲建筑啰兀城（今陕西米脂东北），以防宋军的进攻。在凉州（今甘肃武威）及其附近修筑堡寨，以备守御。在讲宗岭修筑堡寨，以防宋军步步进逼。至西夏贞观元年（1102 年），这类堡寨的建筑达到了高潮。西夏军大筑堡寨的结果，不但提高了军事工程技术，而且也提高了坚守阵地的战术，改变了过去只长于流动作战的状况。

4. 攻城地道的挖掘

西夏军虽然长于弓马骑射，以“铁鹞子”著称，但是在同蒙宋军队的长期作战时，也学会了攻城战法。北宋政和六年（1116 年）十一月，西夏军大举进攻北宋泾原路的靖夏城（今甘肃平凉境内）。其时虽为隆冬严寒时节，但因久未下雪，地上干冻。西夏军便利用这种有利天时，令数万铁骑在城下奔跑，扬起尘土，弥天蔽空，遮掩守城宋军的视野，并趁机组织士兵潜挖地道，宋军毫无知觉，西夏军得以从地道内攻入城中②。

二、元朝的军事工程

蒙古人在灭夏、灭金并与宋军在中原逐鹿后，军事工程随之发展起来。忽必烈继大汗位后，即于中统元年（1260 年），以工部掌营造百工之政令，管理城池修浚之事③。其军事筑城技术，主要体现在元上都、中都和大都之建筑中。

1. 新建的上都开平府城

元上都开平府城（今内蒙古正蓝旗境内多伦西北），原为金朝所属之恒州（今内蒙古多伦西）管辖。其地北控沙漠，南屏燕蓟，山川雄伟，回环千里，滦水经

---

① 《宋史》卷三五四《何常传》，《宋史》三二，第 11166 页；《宋史》卷四八六《外国二・夏国下》，《宋史》四十，第 14007～14024 页。

② 《续资治通鉴》卷九二，徽宗政和六年十一月戊申，《续资治通鉴》，第 2384 页。

③ 《元史》卷八五《百官一・工部》，《元史》七，第 2143 页。



其阳，有四山拱卫，地理形势十分优越。蒙古宪宗五年（1255年），将其赐给忽必烈。次年，忽必烈命谋士刘秉忠选址建城，三年告成①。忽必烈于中统元年继大汗位时，以其为临时都城。中统四年（1263年），将其改为上都，又称上京、燕京，由外城、皇城、宫城和有关部分组成[84]。城址遗迹至今保存较好。

外城在皇城西面和北面，其东面和南面城墙分别与皇城东面和南面城墙相连接。外层城墙全部用黄土夯实，版筑而成，其夯层厚度约20厘米，残高约5米，底墙壁厚10米，上部壁厚2米，每边长2200米。南墙与西墙各开一门，门外筑有马蹄形瓮城。西门瓮城外低坡上还筑有石堤，以防坍塌。北墙开有二门，门外筑方形瓮城，城上存有城楼的部分石柱础石。城外西角有一段宽度约25米的护城河。城内自西门北侧城墙至皇城北门瓮城西墙上，筑有一条宽约2米的土墙，将外城隔成南北互不相通的两部分。

皇城位于外城的东南角，平面布局呈正方形，每边长1400米。南、北墙正中各开一门，门外筑方形瓮城。东、西墙各开二门，门外筑马蹄形瓮城，城墙用黄土版筑而成，夯层厚约12～14厘米，外表被覆一层厚约70厘米的石垒墙壁。城墙残高约6米，底墙壁厚12米，上部壁厚2.5米，城墙外侧每隔150米筑一马面。城墙四角都有一座高大的角楼台基。沿外城墙壁砌出一条约深10厘米、宽20厘米的流水槽，以排泄城头积水。现存诸门遗址，除西门外都有被封堵的痕迹。西门基宽13.6米，门宽10米，门北端有登城的礓磜（即兵马道）。半椭圆形瓮城的长径为84米，门宽8.5米。方形瓮城约宽56米，纵深47米。城南和东南角外的城壕至今仍有积水。皇城的城门、城角与城墙壁沿，曾出土过石球，其直径9～13厘米，重1.23～2.25千克，似为守城抛石机所抛射的石弹。

宫城位于皇城内中部偏北，东西宽约570米，南北长620米。城墙底部铺有一层0.5米厚的条石基础，础上用长34厘米、宽19厘米、厚7厘米的青砖交错砌成外壁，墙芯用黄土版筑而成，夯层厚约9厘米，砖壁与黄土芯中间还夹杂一层1.4米的碎砖。现存城墙高约5米，下宽10米，上宽2.5米。每砌高1米便有2.5厘米的收分。宫城的四角建有角楼，除北面墙无门外，其余三面都有门。

开平府城作为忽必烈初期的都城，起了重要的作用。蒙古至元元年（1264年）八月，忽必烈颁诏以燕京（今北京）为中都。至元四年（1267年），忽必烈又命刘秉忠扩建中都城。至元八年（1271年），忽必烈建国号元。至元九年，将中都改为大都。之后，上都便成为元王朝的陪都了。

2. 改建的元大都

元大都又称幽州或燕京，是在金中都大兴府城东北新建的一座大型城池。忽必烈初到此城时，蒙古贵族霸突鲁（一作巴图鲁）建言：

> 幽、燕之地，龙蟠虎踞，形势雄伟，南控江淮，北连朔漠，大王果欲经营天下，非燕不可②。

忽必烈采纳了他的意见，便于至元四年（1267年，一说至元三年），命刘秉忠

① 《元史》卷一五七《刘秉忠传》，《元史》十二，第3693～3694页。

② 《元史》卷一一九《霸突鲁传》，《元史》十，第2942页。



总理营建大都之事①。安肃公张柔及其子张弘略等参与建造②。到至元十三年（1276年）方告建成。全城由外城、皇城和宫城组成。

据考古和文物部门实地考察[85]，大都的平面布局是东西略长的长方形，外城墙的周长约28 600米，南北长约7 600米，东西长约6 700米。墙基宽约24米，底壁厚、墙高、顶壁厚之比为3:2:1。东西墙南端的位置，相当于今内城东西墙的旧址。南城墙在今东西长安街南侧。北墙在今德胜门小关和安定门小关一线，至今尚有残墙遗迹。城墙全用黑土夯筑，并在夯土中采用“永定柱”（又叫竖柱）和横置粗大的横木进行加固。城墙顶部中心，安有排水的半圆形瓦管。墙基下都有石砌的排水涵洞，考古工作者曾在东墙中段和西墙北段，发现过长、宽、高分别为20米、2.5米、1.22米的石壁砖顶涵洞。城墙外侧每隔一定距离筑有一处马面，夯土的夯窝直径10厘米，深5厘米，呈梅花形排列。四面城墙共开11门，北面2门，其他三面各3门。城门采用过梁式木构门洞法，即在门洞两壁立壁柱，木柱上搭架、枋、椽、板，门洞上做扁梯形。正南的正阳门可通车马，平时关闭，只供皇帝出入。大都兴建之初，各城门仅有一重。至元末农民起义时，便在各城门外增筑瓮城，安设吊桥。1969年夏，在拆除西直门箭楼时，发现了压在明朝箭楼之内的元大都和义门及其瓮城城门，门洞内题记有“至正十八年”（1358年）字样，残高22米，门洞长9.92米，宽4.62米，内券高6.68米，外券高4.56米，木质门板。城楼做成地堡式，面阔进深，两侧的耳室是进出城楼的梯道，建有水窝式灭火设施，其楼已经毁坏[76]。城的四角建有高大的角楼，靠城墙内角两侧，有上下角楼的马道，现存的观象台即当年的东南角楼。环城有一条又宽又深的护城河。

皇城位于外城南部之中央，其东墙旧址在今南北河沿西侧，西墙旧址在今西皇城根，北墙旧址在今地安门南一线，南墙旧址在今东、西华门大街以南，周长约20里。

宫城偏于皇城东部，平面布局为长方形，城墙周长9里，四面城墙各开一门。

大都城内有居住区50坊，大街宽24步，小街宽12步，整齐规整。城内建有众多的兵器制造作坊和造船场。为保证城内水源与漕运之需，元朝开凿惠通河，导昌平自浮泉水汇入瓮山泊，经高梁河通入城内积水潭，然后穿城而出，沿闸河旧道，在通州张家湾注入白河，沿河设闸坝或斗门调节水位。大都军事筑城技术较为先进，守备设施完善，但并未经过大的攻守城战。元至正二十八年（1368年）八月，明将徐达兵临城下，元顺帝不战而逃，大都遂为明军占领。

3. 新建与改建的中小型城池

元朝修建的中小型城池主要有两类：一类是其在漠北所建的城池，如位于内蒙古呼和浩特东郊的丰州城，察右前旗土城子的集宁路古城，昭盟克什腾旗境内的应昌古城；位于新疆霍城县阿力麻里古城，昌吉县城东约2里的昌八里城等。另一类是其占领宋地和入主中原后，在原有基础上改建和扩建的城池，如广西的靖江城（元称静江城，今桂林）。靖江城位于漓江之西，形势十分险要，素有“五岭

---

① 《元史》卷一五七《刘秉忠传》，《元史》十二，第3694页。

② 《元史》卷一四七《张柔、张弘略传》，《元史》十一，第3476～3477页。



之表，联两越之交，屏蔽荆衡，枕山带江，控制数千里，诚西南之会府，用兵遣将之枢机”[①] 之称，元军占领后曾进行过两次修建，特别是元廉访使也儿吉尼，于元至正二十六年（1366 年）对该城进行第二次扩建时，将城墙加高 2 丈多，墙体用大石垒砌，以糯米汁和石灰拌和嵌缝，城墙上宽 3 丈多，可驰战马，成为一座由三重城墙组合而成的坚城。也儿吉尼于洪武元年（1368 年）四月，依托坚城，坚守了两个多月。明军强攻不下，最后只好利用元军的降将做内应，将其占领。

第五节 攻守城器械与障碍器材

宋元时期的攻守城器械与障碍器材，在前代的基础上又有不少创新，从而使其制造与使用技术发展到了相对完善的程度。

一、攻城器械

这一时期的攻城器械，就其在攻城战中的作用而言，可分为远距离攻击、侦察瞭望、接通、遮挡、抵近摧毁、攀登等六大类。

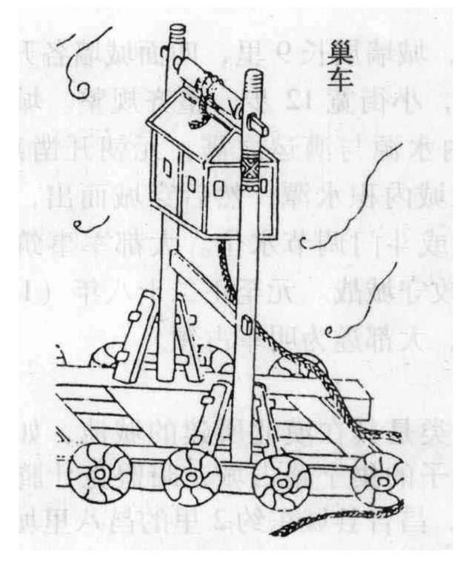
1．远距离攻击器械

这类器械主要有前述各种抛石机、床子弩、火攻器材等。用于在较远的距离上抛射巨石、射出箭镞、施放纵火之物，击杀守城官兵和摧毁守城设施。

2．侦察瞭望器械

主要有瞭望城中敌军动静的巢车和望楼车，《武经总要》绘有它们的图形和文字说明[②]。

巢车（图 1－4－4）的车座下安八轮，车座两侧中央各竖一根高过城墙的大木柱，木柱头部用可转动的横轴连接，横轴中央悬吊一个方 4 尺、高 5 尺见方的鸟巢形木屋，巢车之名因此而得。木屋外蒙生牛皮，四周开望眼，供士兵瞭望用。横轴上安一个辘轳，用绳挽系木屋顶部，转动辘轳可升降木屋，便于轮换值班士兵。



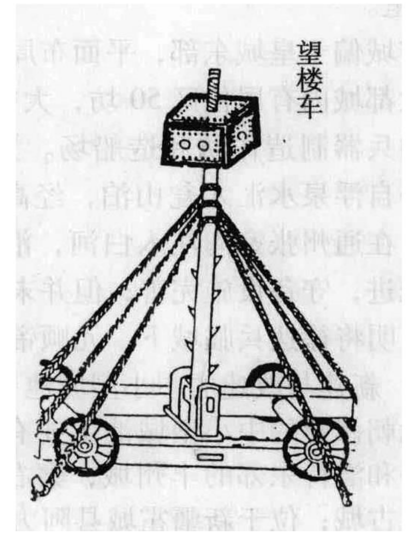


图 1－4－4 巢车和望楼车

① 明·顾祖禹：《读史方舆纪要》卷一〇七《广西二·桂林府》。

② 《武经总要》前集卷十《攻城法（附器具图）》，《武经总要》前集四卷十，第 23、33 页。

望楼车（图1-4-4）由车座、望楼杆和方形木屋构成。车座用大方木制成长方框，下安四轮，轮径3.5尺，车座长15尺。车座中央安有坚牢的横轴，轴中竖立一根高过城墙的大望楼杆，望楼杆高45尺、底径1.2尺、头径0.8尺，用6条粗麻绳，分上、中、下三层绑在杆上并固定在地面上，成正六棱形张开，使望楼杆能承受风力而不致偏倒，三层绳长各为70尺、50尺、40尺。望楼杆上端悬吊一个与巢车上相似的木屋，下部安转轴，两旁有叉手木，便于士兵上下。

3. 接通器械

这类器械的作用在于接通护城河（濠）的两岸，有单面壕桥车和折叠式壕桥

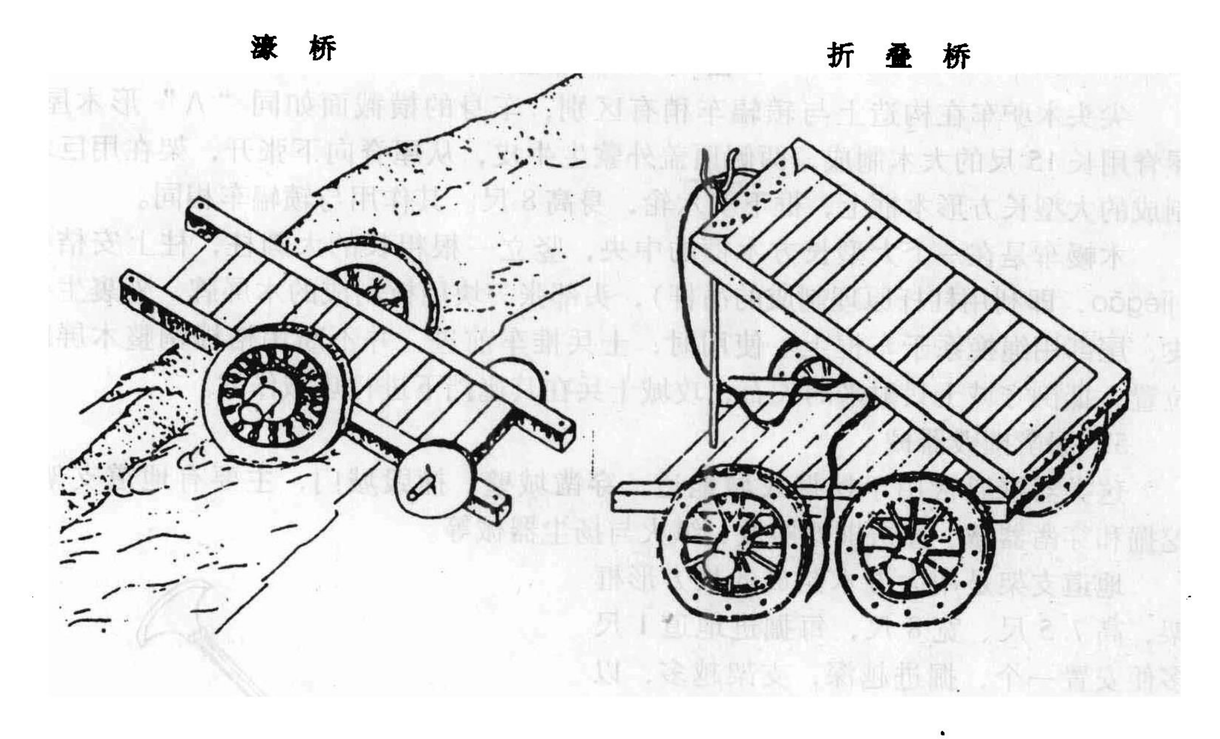


图1-4-5　壕桥车

车（图1-4-5）①。单面壕桥车由桥面及其下安装的四轮构成，使用时，由士兵推入城壕，将桥面架在城壕之两岸上。桥面的长短视壕之宽度而定，若城壕较宽，使用折叠式壕桥，这种桥是用转轴将两个单面壕桥连接而成，如同现代机场登机的舷梯。平时将桥面折放车上，使用时将其张开，接通城壕之两岸。

4. 遮挡器械

这类器械具有防身护体的作用，主要制品有轒辒（fénwēn）车、木牛车、尖头木驴车、木幔车等②。

轒辒车（图1-4-6）形同一间小屋，安于木制的巨型长方框上，下安四轮，屋顶和两侧蒙以生牛皮，车底无板，可由10名士兵隐蔽其中，将车推至城下，进行掘城作业或进行攻城战。木牛车与轒辒车的构造相似，只是将屋顶改为平板式而已。

① 《武经总要》前集卷十《攻城法（附器具图）》，《武经总要》前集四卷十，第15~16页。

② 《武经总要》前集卷十《攻城法（附器具图）》，《武经总要》前集四卷十，第20~22页。



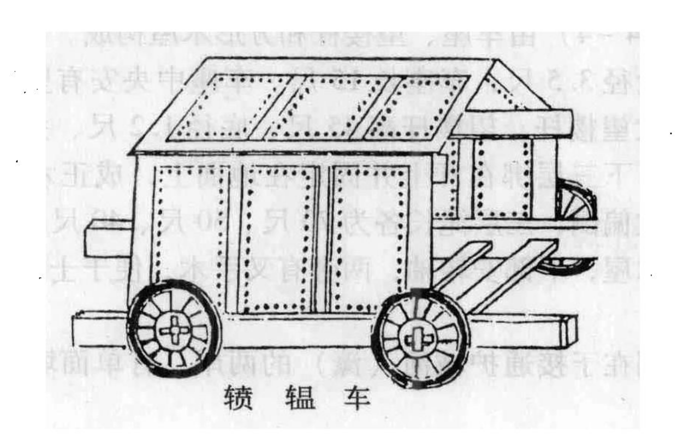


图 1－4－6 辕辒车

尖头木驴车在构造上与辕辒车稍有区别，车身的横截面如同“∧”形木屋，屋脊用长 15 尺的大木制成，两侧顶盖外蒙生牛皮，从屋脊向下张开，架在用巨木制成的大型长方形木框上，框下安六轮，身高 8 尺。其作用与辕辒车相同。

木幔车是在一个大型长方木框的中央，竖立一根粗长的大圆柱，柱上安桔槔（jiégāo，即利用杠杆原理制成的吊杆），头部张一块用板制成的木屏牌，外裹生牛皮，尾部用绳挽系于车框上。使用时，士兵推车前进，并不断用桔槔调整木屏的位置，抵御守城士兵射来的矢石，攻城士兵在其遮挡下进行攻城作战。

5. 掘凿摧毁器械

这类器械通常用于挖掘攻城地道，穿凿城壁，撞毁城门，主要有地道支架、挖掘和穿凿器械、撞击摧毁器械、纵火与扬尘器械等。

地道支架是用大方木制成的长方形框架，高 7.5 尺、宽 8 尺，每掘进地道 1 尺多便安置一个，掘进越深，支架越多，以防城基下塌。当地道深度超过城基宽度时，即可将柴草放入地道内焚烧，结果架毁城塌，士兵乘机攻入城内。除地道支架外，还有镢、锹、铲、斧等各种挖掘工具。



图 1－4－7 鹅鹘车

撞击摧毁器械有钩撞车、搭车、杷车、鹅鹘车、木鹅梯冲等。钩撞车的构造与尖头木驴车相似，车内备有各种凿撞器具，以为破坏城墙、城门之用。搭车、鹅鹘车、杷车的构造基本相似，它们都有一个用大方木框制成的车座。搭车和鹅鹘车（图 1－4－7）的车座上安有木架，木架上有利用杠杆原理安置的长耙（pá，一种农具）钩。攻城时，士兵将其推至城墙附近，操作长柄耙钩，将城墙挖成缺口。杷车的车座上安有扒毁城墙的梯形耙头。这四种车都是用耙或钩来毁坏城墙，造

成缺口，士兵从缺口中攻入城内①。木鹅梯冲是西夏人创制的高层攻城车，北宋宣和末年，西夏军曾使用木鹅梯冲进攻灵武城。

纵火与扬尘器械有纵火车、以铁索系扣的三钩铁锚、双刃火钩、双刃火镰、两岐铁火叉、扬尘车等②。纵火车是一种在两轮车上安有火炉的车，火炉上置有大铁锅，锅内装油，用干柴将油烧沸，烘烫炙人，炉的四周放满干柴。攻城时，将纵火车推至城门下，纵火焚烧，毁敌城楼。铁锚、火钩、火镰、火叉等，都是攻城地道中纵火焚城用的器械。扬尘车（图1-4-8）是一种扬撒灰尘，迷盲敌军的攻城车。车座是一个安有四轮的木制长方框，两侧中央各竖一根高与城等的大立柱，两柱的头部用可转动的横轴相连，轴身缠绕绳索，索尾拖至地上。横轴下部悬吊一个方盘，盘内放满石灰等粉状物。攻城时，士兵将其推至城下，拽索翻盘，灰尘飞扬，迷惑守城士兵，乘势攀城而上。

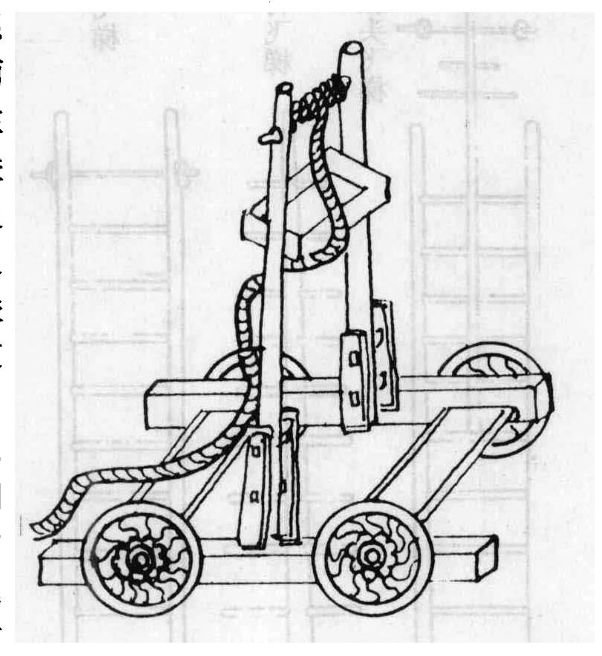


图1-4-8　扬尘车

6. 攀登器械

攀登器械有云梯、飞梯、竹飞梯、蹑头飞梯、避檑木飞梯、搭天车、行女墙、行天桥等③。攻城士兵可借助它们攀城而上。

云梯有小型的单梯和大型的车梯。单梯的梯身狭小，仅容单兵鱼贯而上，攀梯士兵既要仰首持械同守城士兵作战，又要顾视攀登梯阶，稍有不慎，便会跌落在地。飞梯、竹飞梯、蹑头飞梯（图1-4-9）、避檑木飞梯等都属于单梯。车梯的梯身较宽大，便于几名士兵同时攀登。宋军使用的一种折叠式车梯称云梯（图1-4-9），下安六轮，车座上安有两层木梯，各2丈多长，中间用转轴相连。上层折叠飞梯的顶端有2个铁钩，用以钩搭城墙的顶部。底层云梯下部与长方形车厢连接，车厢四面以生牛皮为屏蔽，内以数人推车前进。当车梯抵近城墙时，即将上层折叠飞梯升起，隐蔽于车厢内的士兵便迅速登梯而上，攻入城中。搭天车也是一种折叠式车梯，其作用与一般车梯相同。行女墙是一种双层车梯，车座下安六轮，上建木屋，中容士兵，外蒙生牛皮，屋顶后部有一个掩护性小亭，亭外有一个斜梯，士兵可沿此斜梯攀登上城，屋顶两侧和后面都建有女墙。攻城时，士兵推车抵近城墙，即可登梯攻城。行天桥是一种单层高柱斜面车梯，梯前安有女墙，登城士兵可在其掩蔽下同守城士兵作战。

① 《武经总要》前集卷十《攻城法（附器具图）》，《武经总要》前集四卷十，第30页。

② 《武经总要》前集卷十《攻城法（附器具图）》，《武经总要》前集四卷十，第25、30页。

③ 《武经总要》前集卷十《攻城法（附器具图）》，《武经总要》前集四卷十，第17、19、20、29、30、34页。



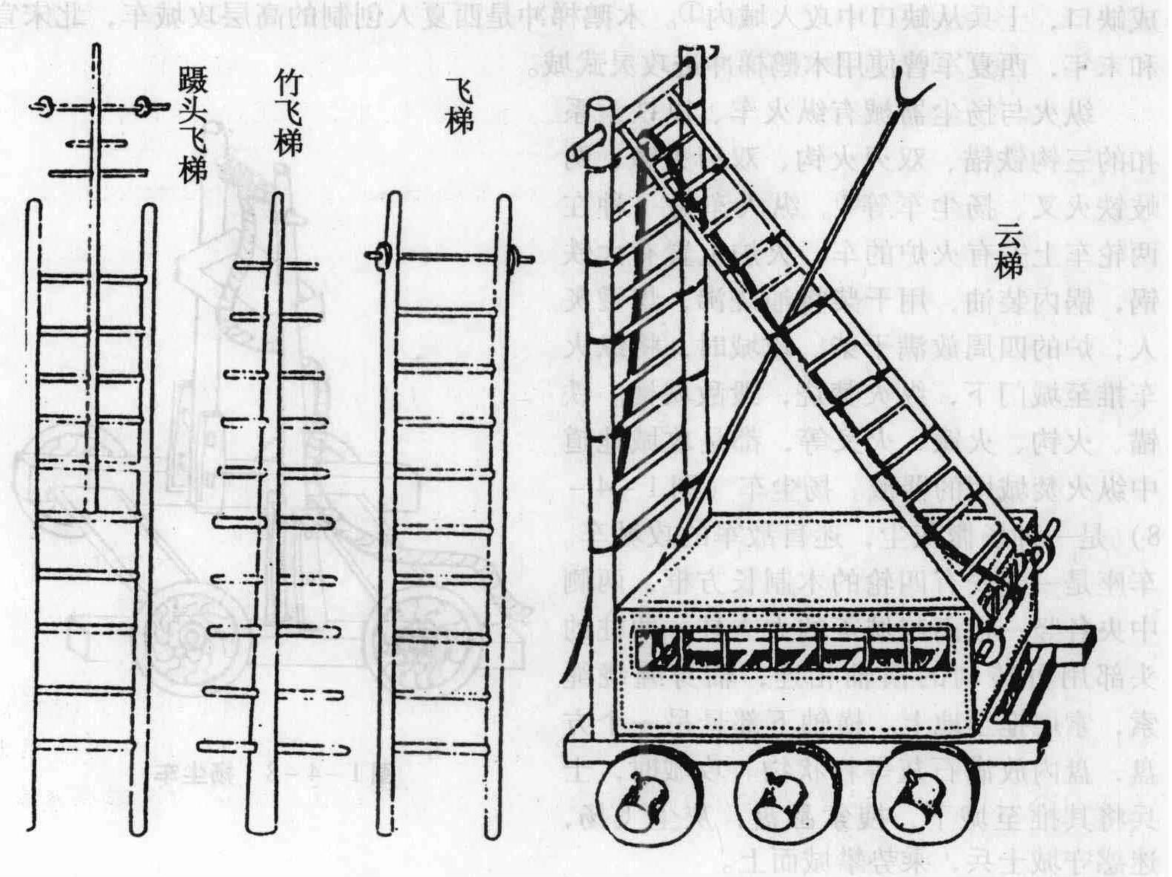


图1-4-9 攀登器械

上述各种攻城器械在攻城战中必须配合使用，才能发挥综合的战斗作用，夺取胜利。

二、守城器械

守城器械的种类很多，就其在守城战中的作用而言，主要可分为反击、抵御、撞击、砸打、烧灼、灭火等六大类。

1. 反击器械

反击器械除各种远射的抛石机和床子弩外，还有近战拼搏的各种守城枪和剉子斧等。守城枪有四棱麦穗形拐突枪、双钩抓枪、拐刃枪、钩杆等。它们柄长2.5尺，便于刺杀和钩割攀城而上的攻城之敌。剉子斧柄长3.5尺，横刃阔7寸、厚4.5寸、长4寸，用于砍杀攀城之敌①。

2. 侦听器械

侦听器械有瓮听、地听等②。其用法是先在城内要道处挖2丈左右的井状地穴，而后用无缝的陶瓮覆于井口，命耳聪之兵以耳朵贴近陶瓮，倾听异常声音。如果有敌军在城外挖掘地道，便有声音传来，守城士兵听此声音后，即可采取防御和反击措施。

3. 抵御器械

① 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第32页。

② 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第27、62页。

抵御器械有用于遮挡矢石的木立牌、竹立牌、布幔、皮帘、垂钟板、篦篱笆、皮竹笆，有抵御和托阻敌军云梯的叉杆，有加强和补救城门、城垛防御的插板、暗门、木女头、塞门刀车（图1－4－10）①。这些器械大多为宋代所创。

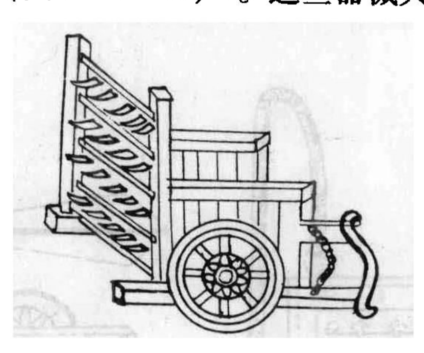


图1－4－10 塞门刀车

木立牌和竹立牌各高5尺、阔3尺，用木板或竹条制成牌面，背面中央安一个3尺高的转关拐子木，用以支撑牌面，士兵既可用其抵御敌军射来的矢石，也可在其遮挡下进行作战。

布幔和皮帘是用长、阔各为数尺的布或皮蒙在竹木框上，制成屏面，用环扣绳索缀连在一根长1丈多的竹木竿上，张挂在女墙外的七八尺远处，可削减敌军射来矢石的击砸力，将其折落在地。垂钟板、篦篱笆和竹皮笆三者的构造虽有差异，但与上述几种帘牌的作用相似。

叉杆长2尺，头部安有横阔的叉形锋刃，用以托阻和叉毁敌军的攻城飞梯。

插板、塞门刀车和木女头，实际上是用坚硬的大木和铁钩体制成的活动式城门和女墙。当城门和某段城墙被敌军攻毁时，守城者便急速使用它们进行补救，继续进行守城战。

4．撞击砸打器械

这类器械有撞车、绞车、狼牙拍、飞钩和各种檑木。②

撞车用大木和厚板制成长方形车座，下安四轮，车框中央竖立两根阔厚的木柱，木柱两端用一根可转动的横轴相连，轴上缠绕一根粗大的绳索，绳索下系一根大撞木，撞木头部安一个较大的尖锐铁头。当攻城敌军将云梯、对楼等高层和攀登式器械抵近城墙时，守城士兵即晃动大撞木将其撞毁（图1－4－11）。

绞车的长方形车座用大方木制成，下安四轮，车座上用四根阔厚的大木建成一个叉手形架柱，架端用一根可转动的横轴相连，横轴的中央缠绕两根粗大的绳索，索端系一个大铁钩，横轴的两端安有绞木。当敌军的攻城器械抵近城墙时，即向城下抛下索钩，钩住攻城器械，而后转动绞车将其绞入城中，既获其器，又俘其人。

狼牙拍是一种拍击器械，拍身是用大木制成的方框，长5尺、阔4尺、厚3寸。框的四周钉有2 200个长5寸、重6两的狼牙铁钉，钉刺穿出木面3寸。四面

① 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第29、30、31、10、32、12、18页。

② 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第19～23页。



各安一个刀刃，刀刃入木半寸。框的前后各安两个大铁环，环上扣系两条粗长的麻绳，钩系于城上（图 1－4－11）。当敌军攀梯攻城时，即松开麻绳，将狼牙拍突然下击，击杀敌军。

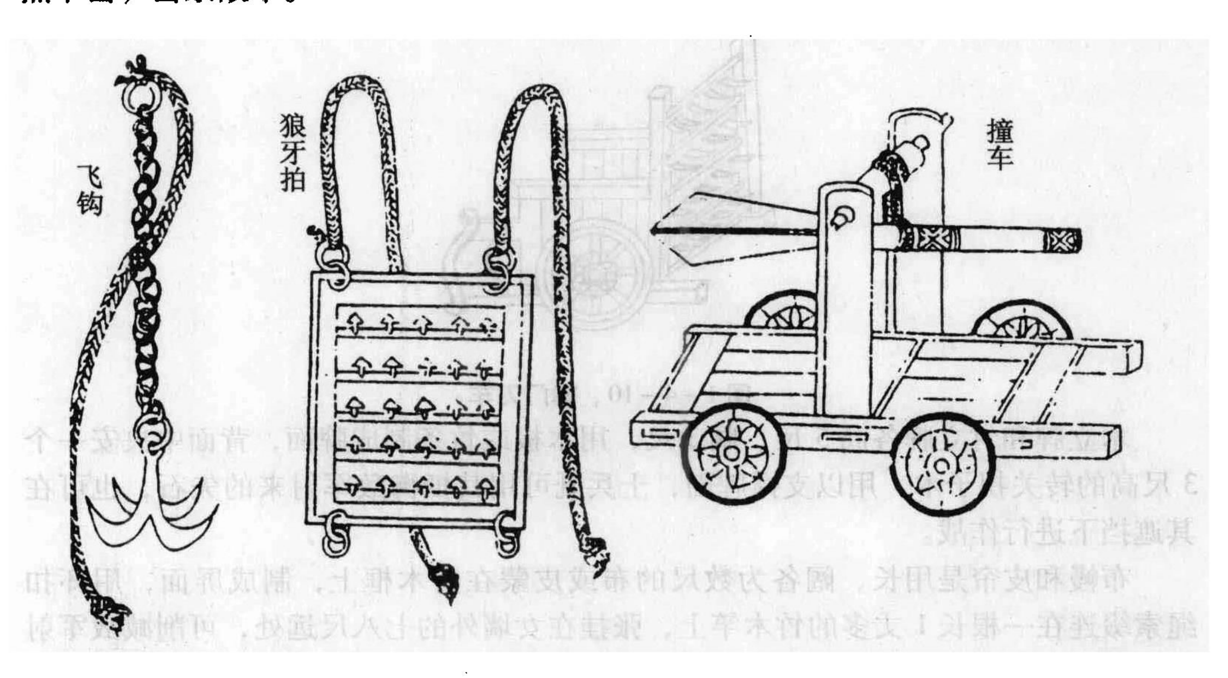


图 1－4－11　撞车、狼牙拍、飞钩

飞钩又名铁鸱（chi，古代指鹞鹰之爪）脚，有 4 个长锋弯钩，形似铁锚，锚端系铁链环，环上系麻绳（图 1－4－11）。敌军攻城时，即将飞钩投掷于敌群中，并急速牵挽绳索铁链，钩杀敌军，每次可钩二三人。

檑木是从城上向下击砸和摧毁攻城敌军人马的器械。有木檑、泥檑、砖檑、夜叉檑、车脚檑等。

木檑、泥檑和砖檑分别用木制、泥制、黏土烧制而成，长 2～4 尺，直径 5～6 寸。木檑上有钉刺，泥檑和砖檑坚密而沉重，都具有较强的击砸力（图 1－4－12）。

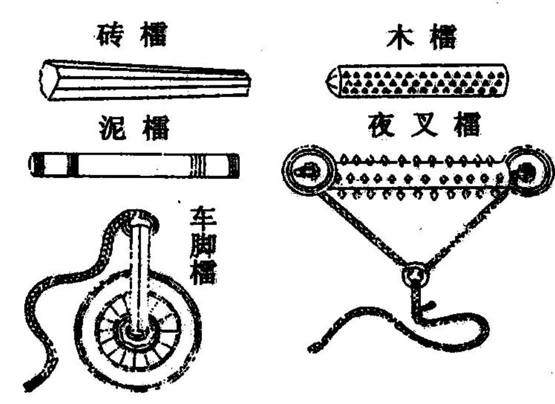


图 1－4－12　各种檑木

夜叉檑（图 1－4－12）又名留客住，檑身用长 10 尺、直径 1 尺多的湿榆木制成，表面植有许多逆须钉，两端安有直径 2 尺的脚轮。使用时，由守城士兵绞动绞车，将其急速放下，击砸攻城者，用后可以转动绞车，将檑收回。

车脚檑（图 1－4－12）为车轮形，用绞车急速放下，击砸攻城之敌，用后可以收回。

5. 烧灼器械

烧灼式器械是以猛烈的火焰或以烧熔的铁汁烧灼敌军人马和器械。除主要使

用火药与火毬外，还有铁火床、燕尾炬、飞炬、游火铁箱、行炉、猛火油柜、风扇车等①。

铁火床（图1－4－13）用熟铁条做框，长5～6尺、阔4尺，旁安四轮，框首安两个铁环，用铁索悬吊，铁索上再系扣粗长的麻绳。床框周围缚扎草火牛24束。当敌军攻至城下时，将草火牛点着，自城上放下，烧灼敌军。

飞炬（图1－4－13）是用苇草编成的纵火之物，当敌军攻至城下时，将其点着，利用桔槔装置，将其放至城下，烧灼敌军。

行炉是一种机动性熔铁炉，由炉架、熔铁炉和木风箱组成。初创于唐代，至北宋又有发展。行炉的炉架为长方形，用大木制成。架上安有熔铁炉，炉后有木风箱，当敌军攻至城下时，守城士兵即将熔铁炉中熔化的铁汁浇向城下，烧灼攻城的敌军和器械。

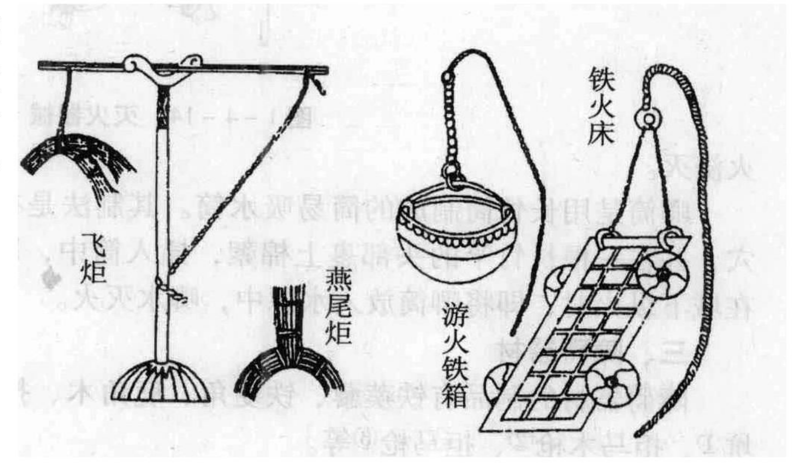


图1－4－13 烧灼器械

猛火油柜是一种专门用于守城的喷火器械。它以猛火油（即石油）为燃料，用熟铜为柜，下有四脚，上有四个铜管，管上横置唧筒，与油柜相通，每次用油3斤左右。唧筒前部装有“火楼”，内盛引火药，喷射时，用烧红的烙锥点燃火楼中的引火药，然后用力拉唧筒，向油柜中压缩空气，使猛火油经过火楼喷出时，遇火点燃成烈焰，用以烧灼攻城敌军及攻城器械。

风扇车是一种鼓风器械。它是在两根大立柱上横架一根转轴，轴上安有四面方扇，架柱的高宽尺寸约小于地道口，平时将其安置于地道口上。当敌军从地道内攻城时，守城士兵即转动转轴，扇面扇风，将石油灰与火毬烟雾吹入地道，迷呛和烧灼敌军。

6. 灭火器械

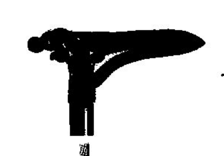
灭火器械的主要制品有水袋、水囊、唧筒、麻搭等（1－4－14）②。

水袋是用马牛或其他牲畜的皮制成贮水袋，袋中贮满水，大袋可贮三四石水，每个城门或战棚处预备两三个。若攻城敌军纵火焚烧城楼和战棚时，即派三五名体强力壮的士兵，用10尺多长的大竹竿，缚上水袋，向着火处喷出袋中之水，将火浇灭。

水囊是利用猪、牛脬制成盛水袋，当攻城之敌将柴草积于城下纵火时，守城士兵即将众多事先准备好的水囊抛入火中，结果水囊被烧破，囊中之水流出，将

① 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第52、54、58、59、28页。

② 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第24页。



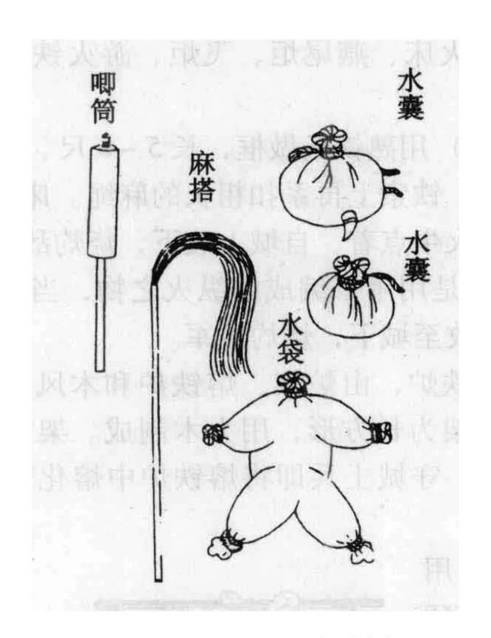


图 1－4－14　灭火器械

火浇灭。

唧筒是用长竹筒制成的简易吸水筒。其制法是在一根长竹筒的下部开一个孔穴，并在一根长竹竿的头部裹上棉絮，插入筒中，即成简易吸水筒。当攻城之敌在城下纵火时，即将唧筒放入水源中，唧水灭火。

三、障碍器材

障碍器材的制品有铁蒺藜、铁菱角、鹿角木、搊（chōu 抽）蹄、地涩、陷马坑①、拒马木枪②、拒马枪③等。

铁蒺藜（图 1－4－15）用铁制作，因其形似蒺藜而得名，通常带有四个尖刺，中央有孔，便于士兵用绳穿连系带，布撒在敌军必经之路上，使其四刺中之一刺朝天，刺扎敌军人马之足，迟滞其行动。《武经总要·守城》中记载的铁蒺藜带有八个尖刺，其刺扎效果更好。1964 年和 1973 年，黑龙江省文物工作者在对奥里米古城遗址的金代墓葬进行勘察时，发掘出一件高 4.3 厘米，由四根尖刺组成的铁蒺藜，似为当年金军所用的一种制式铁蒺藜（照片 4），其构造与宋军所用的铁蒺藜相似[7]。铁菱角的构造和用途与铁蒺藜相似。

鹿角木（图 1－4－15）又称鹿砦，是选用形如鹿角的坚硬木料制成的一种障碍器材，长数尺，植入地下尺余，通常布植于敌必经之路上，用以阻止敌军驰突的骑兵。

搊蹄（图 1－4－15）是在一个粗 7 寸的方木框上，满植铁制的逆须钉，将其布设在敌军必经的通道上，阻碍敌军人马的通行，达到迟滞敌军行动的目的。

地涩是在一个长阔约 2～3 尺、厚 3 寸的木板上，满植铁制的逆须钉，其作用与搊蹄相似。

拒马木枪是用铁索从枪杆的中间，将 3 支两头有锋的长枪固连起来，成正六轮

① 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第 14～16 页。

② 《武经总要》前集卷十三《器图》，《武经总要》前集六卷十三，第 21 页。

③ 《武经总要》前集卷十《攻城法（附器具图）》，《武经总要》前集四卷十，第 36 页。

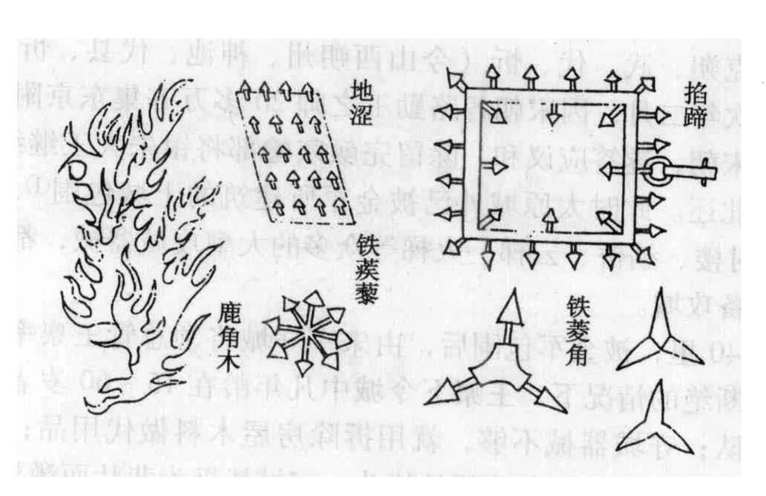


图 1－4－15　障碍器材

辐式张开，用以布阵立营，以防敌骑的冲突。

拒马枪是在一根周径 2 尺，长短视需要而定的大圆木上，凿上八九个孔，各安上长枪。另一侧用四五根斜木钉在圆木上，用作支撑，使拒马枪的横截面成人字形张开，用铁链固定在地上，阻止敌军人马的通行。行军时，可用骡马驮载，随军机动，视情而用。

上述各种守城器械和障碍器材，只有配合使用，发挥综合的杀伤和摧毁作用，才能达到坚守城池的目的。

在宋元时期的长期争战中，宋军为了阻止和反击北方各游牧民族战骑在中原的驰突，便着力加强京师、府、州、县城池的建设和守备，创制各种守城器械，发展守城战的技术和战术，力图把大、中、小各型城池，建成坚固的防御阵地，并以此为基础，反击游牧民族的进攻，收复失地，夺回被占领的城池，因而也相应地创制了各种攻城器械，发展了攻城战的技术和战术。北方各游牧民族，为了兼并对方和逐鹿中原，便大力提高攻城战的技术和战术，夺占大、中、小各型城池，并相应地提高守城战的技术和战术，以便将这些城市牢牢地掌握在自己的手中，成为进一步扩张战果和继续进取的基地。各方激烈争夺，互相攻守的结果，促进了攻守城器械和攻守城技术及战术的空前发展，演出了许多威武雄壮的攻守城战的场面。

第六节　攻守城器械的运用

在激烈的攻守城战中，宋元时期各方军队对攻守城器械的运用超过以往的任何朝代，其运用数量和种类之多、规模之大，在一般记载军事技术的书中所见不多，只有从攻守城战过程的记述中，方能窥知其详。

一、金宋太原之战中攻守城器械的运用

金天会三年（北宋宣和七年，1125 年）十二月，金太宗完颜晟发兵 100 000 万，分两路攻宋。东路军由南京路都统完颜宗望率领，自南京（今河北卢龙）攻燕山府（今北京城西南）。西路军由左副元帅完颜宗翰率领，自西京（今山西大同）攻太原。企图分进合击，夺取宋都东京（今河南开封），灭亡北宋。作战开始



后，金西路军连克朔、武、代、忻（今山西朔州、神池、代县、忻州）等州，迅速进围太原。至次年二月，因宋朝各路勤王之师20多万齐集东京附近，完颜宗望见一时难以灭亡宋朝，遂答应议和，除留完颜宗翰部将银朱大王继续围攻太原外，其余金军都撤军北还。此时太原城外已被金军所建筑的土城包围①，各种抛石机、洞子②、鹅车、对楼、编桥、云梯、火梯等众多的大型攻城器械，都集中于太原城的周围，随时准备攻城。

太原城方圆40里，被金军包围后，由宋军守城将领总管王禀率领城内军民奋力坚守。在外援断绝的情况下，王禀下令城中凡年龄在15～60岁者，都要参军入伍，编为守城分队；守城器械不够，就用拆除房屋木料做代用品；没有粮食，就宰杀牲畜充饥，同攻城金军展开殊死的战斗。守城战极为悲壮而激烈。

金军在攻城时，先于城外周围排列30座抛石机，由攻城将领指挥鼓手擂鼓为号，每一次击鼓后，抛石机齐发石弹，有的石弹大过于斗，击中城上楼橹等守城设施后，无不摧毁之。为保护守城设施，王禀下令在这些设施前搭建虚栅，栅下放置布袋，袋中装满粗糠。这一措施减小了抛石机对城上楼橹等守城设施的破坏。

金军在抛石机的掩护下，又拥推众多的壕桥车至护城壕边，准备填壕，以便冲过壕去。同时，又用50多节壕桥车，上置用铁叶裹护的木屋，使之前后相连相续，构成一条上有遮蔽的巷道，以便通过巷道进行运土、搬木、送柴、放薪等填壕作业。其填壕方法是：先将大木板放入壕中，接着便将薪柴放在木板上，而后又向薪柴上倒土，如此轮番作业，将壕填平压实，让大型攻城器械和人马通过城壕，逼近城墙。王禀针对金军的填壕作业，下令守军从城壁穿凿洞穴，其中安放大鞴（bèi，似为皮囊）。待金军的薪柴积放较多时，即纵火将其焚烧，又用大鞴鼓风吹气，加强燃烧强度，以此破坏金军的填壕措施。

当金军拥推鹅车等大型高层攻城车抵近城墙，准备借以登城时，王禀也在城内赶制一种与鹅车等高的“跳楼”，士兵在楼内用长篙竿击敌。与此同时，守军还用大索络巨石，放在金军的鹅车之轮前，并让士兵用铁钩及绳索钩搭鹅车的下部，鹅车纷纷被绊倒和钩翻。当金军用云梯与火梯强行攀登城墙时，王禀下令守军制作相应的器械将其推倒。

王禀还想在太原城内再筑内城，以便在外城被攻破后借助内城坚守，但因城内缺粮少食而作罢。守军先食牛马骡驴，次烹弓弩筋甲，百姓煮浮萍、树皮、糠秕、草茭充饥，最后乃至人相食。靖康元年（1126年）九月初，金军再度猛攻。至此，城内军民已坚守250多天，在毫无外援的情况下，城被攻破。饥疲无力甚至不能动弹的守城军民，仍拒不投降。城破之日，城内军民已百无一二。这悲壮惨烈的一幕，阅之令人身心震撼。

二、金宋开封之战中攻守城器械的运用

从金天会四年（北宋靖康元年，1126年）正月到闰十一月之间，金宋双方进行了两次开封之战。由于双方在两次开封之战中所用攻守城器械及其作用发挥的

① 《续资治通鉴长编》卷五六，靖康元年九月壬申《续资治通鉴长编附拾补》五，第578页。

② 洞子：即各种活动的掩体战车。



不同，其结果也大不相同。

1. 李纲保卫开封的成功

金天会四年正月，金东路军60 000人进逼开封时，宋钦宗升李纲为尚书右丞、东京留守，统军200 000守卫开封。正月初七，金军以火船10艘顺流而下，猛攻宣泽门。李纲亲自登城，募敢死之士2 000人，布列于开封东水门拐子城下，待金军火船驶近时，便用长钩、投石将其击碎；又于中流排列叉木，阻挡金军的火船，斩获金军数百人并将其击退。次日，李纲又督促守军在各要地“修楼橹，挂毡幕，安砲座，设弩床，运砖石，施燎炬，垂檑木，备火油”①，以加强防御。

正月初九，金军渡过城壕，以云梯攀攻通天、景阳等门，李纲督军守卫，官兵奋力杀敌，近城者以手砲石、檑木击之，远城者以神臂弓射之，又远者以床子弩、坐砲（即定装式抛石机）击之。金军遭射、击而死者甚众，从云梯跌落者数十人，溺于护城河（即汴河）者不少②。二月壬寅，李纲见金军在咸丰门外整治攻城器械，便于是夕亲自登上咸丰门指挥作战。他下令军中，如能用床子弩与火砲击中金兵者，给厚赏。士兵于夜间发霹雳砲打击攻城金军，砲发火起，声如霹雳，金军被砲火烧乱了阵脚，惊叫不绝③。金军屡攻不下，又见各路勤王宋军20多万人纷纷集结于东京附近，便答应议和，在向宋廷索要大量金银和割取一些土地后于二月初九日北撤而去。由于李纲抗金意志坚决，部署周密，指挥得当，官兵正确运用包括火器在内的各种守城器械，成功地保卫了开封。

2. 金宋攻守城器械的较量

金军自开封撤围后，从被俘的宋军和工匠中，学会了火器的制造与使用技术，即进行仿制，用于作战，改善攻城器械。靖康元年九月，金西路军攻占太原后，便于十一月下旬与东路军在开封城下会师。

闰十一月初，金东、西路军相继会攻东京各门。其时，李纲已被罢贬，朝政为主和派把持，备战措施不力，主战将领在极其不利的条件下，奋力抗战。

金军在第二次开封之战中所使用的攻城器械，除了在太原之战中已经使用的各种洞子、编桥、云梯、火梯外，又增加了攻城抛石机（砲）的种类。据石茂良在《避戎夜话》中称：金军在其所用砲架的四周，都用潮湿的小榆木椽簇护起来，外蒙生牛皮，并用铁叶裹定其头部，即使被火箭射中，也不易着火。其砲有七梢砲、五梢砲、二梢砲、旋风砲、虎蹲砲等。其中七梢砲砲梢长3丈，用250人抛射100斤的大石弹，可远及50步。虎蹲砲多在接近城墙时抛射，威力较大。在进攻安肃门至朝阳门一带时，金军首次使用抛石机抛射火毬：

> 敌筑望台，度高百尺，下觇城中。又飞火砲，燔楼橹④。

守卫东京的宋军将领，针对金军所用的攻城器械，也千方百计地运用各种守城技术和器械，抗击金军的进攻。

其一是加固城门、城墙等要害部位，使之成为坚固防御阵地。京畿宣抚司都

---

① 《续资治通鉴长编》卷五二，钦宗靖康元年正月癸酉，《续资治通鉴长编附拾补》五，第534页。

② 《续资治通鉴长编》卷五二，钦宗靖康元年正月乙亥，《续资治通鉴长编附拾补》五，第536页。

③ 《续资治通鉴长编》卷五三，钦宗靖康元年二月壬寅，《续资治通鉴长编附拾补》五，第548页。

④ 《续资治通鉴长编》卷五八，靖康元年闰十一月癸卯，《续资治通鉴长编附拾补》五，第592页。



统制姚仲友，在宣化门督战时，即在城楼附近增筑临时护城，其城面阔 1.25 丈，基宽 2.5 丈，高 5 丈，四边都设置虚棚和女墙，并在其侧面开设两个小门，以便出入。此城筑成后，使宣化门及其附近又增加了一道防御阵地，敌人即使攻上城楼，也可借此抵挡一阵。与此同时，姚仲友还在东水门的南北拐子城之水门处，用砖砌筑瓮城，城高 1.25 丈，下阔 5 尺，两侧开有小门，以便守军出入。门墙上还安有活动的干戈板闸门，四面用砖砌筑女墙，护卫干戈板闸门，若金军向瓮城门冲来时，即放下干戈板闸门拦阻金军。又在拐子城的敌楼上设置三层虚棚，防御金军用抛石机抛击至城上的大石，以免将城上守备设施打坏，保护守城士兵的安全。同时还向城楼上派出 15 名弓弩刀枪斧手，分三班昼夜轮流值勤、守卫。

其二是在城上部署众多的守城器械。姚仲友还下令守军，在城上设置远距离反击器械抛石机和床子弩，射击攻城金军。为了摧毁金军攻城的云梯、火梯、编桥和对楼，宋军还制造了数量众多的撞杆，杆身用长数丈的大木制作，杆头用多根横木串穿，并用铁片包裹，或安上锥枪和叉钩，于每座楼处放置二三根备用。通津门拐子城的守军，每天都用撞杆毁其攻具数十具，效果良好①。如果没有撞杆，便以狼牙棒、长枪、手砲代替。为了摧毁各种攻城洞子，宋军则制备了长 1.2 尺、粗 1 寸的长刺蒺藜，其上纵横插植 4 根长铁刺，将其系于长铁链上，而后转动辘轳，下降至洞子上，将其刺毁。若洞子上蒙有生牛皮或厚泥巴，用长刺蒺藜刺扎无效时，便用燕尾炬等火炬浇灌油料，将其骑跨在洞子上的脊梁上，直至焚毁②。

其三是挖掘竖井，反击从地道内攻城的金军。当宋军侦知金军挖掘攻城地道的走向时，即垂直向下挖掘竖井，将柴草和霹雳砲点火后投入井中焚烧，以烟焰熏灼地道内的金军③。

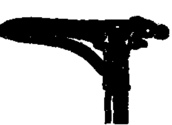
其四是在城门、城墙及主要通道上设置陷马坑，坑内插植鹿角木、木枪、竹签等扎刺物，坑上用细土覆盖，上植草木等植物进行伪装，使金军人马陷入其中，以此阻止或迟滞攻城金军的行动④。

其五是增配火器。在守城战激烈进行之际，姚仲友还建议选拔善射者百人、值班守备士兵 300 人、其他成员 200 人，各配火药箭 20 支、普通箭 50 支；多备火盆，每一火盆附烧锥 10 个，供 20 人用以点火。上述人员布于东城墙的 5 座城楼上，待每日四更金军熟睡时，以鼓为号，点火射箭，一时可万箭齐发，射杀金军。火药箭射完后，又以火砲、蒺藜砲（蒺藜火毬）、金汁砲等诸砲并发。火砲射完后，再用草砲（草中夹置火砲）抛向金军，焚烧其攻城器械和人马。火器用完后，再以弓弩射敌。最后再命守城士兵实施冲击，敌必破无疑。可惜，姚仲友的建议被怯懦的副将张宗颜所阻止，宋军拥有的火器优势没有得到发挥⑤。

3. 金军攻取开封的成功

与宋军相反，金军在进攻开封时，却充分发挥了火药箭与火砲的作用。靖康

① 《续资治通鉴长编》卷五八，靖康元年闰十一月戊戌，《续资治通鉴长编附拾补》五，第 591 页。
② 《续资治通鉴长编》卷五八，靖康元年闰十一月己亥，《续资治通鉴长编附拾补》五，第 591 页。
③ 《续资治通鉴长编》卷五八，靖康元年闰十一月丁酉，《续资治通鉴长编附拾补》五，第 591 页。
④ 《续资治通鉴长编》卷五八，靖康元年闰十一月癸卯，《续资治通鉴长编附拾补》五，第 592 页。
⑤ 《三朝北盟会编》卷六八引石茂良《避戎夜话》，《三朝北盟会编》上册，第 514 页。



元年（1126年）闰十一月十九日夜架起50座抛石机，强行攻城，其“火砲如雨，箭尤不可计”①。二十三日，金军在猛攻宣化门时，先用大木牌浮于护城河水面，再依次铺上薪柴、草席、泥土，搭成浮桥，拥众多云梯、火梯等攻城器械至城下猛攻。宋军守将王蹬被火砲击伤，足流鲜血不止。范琼亦领兵千人抵御，都无济于事②。二十五日，金军攻入开封，灭亡了北宋。

金宋开封之战是北宋末年的坚城攻防战。第一次作战，由于李纲指挥正确，官兵一致对敌，使守城技术和器械的作用得到了充分的发挥，挫折了金军的凌厉攻势，保卫了开封。第二次作战，由于宋钦宗屈辱求和，守城将领受主和派掣肘，使处于优势的守城器械的作用没有得到应有的发挥，坚城利器竟同无用之物。相反，金军却能及时汲取第一次攻城未遂的教训，学习了宋军的火器制造与使用技术，把火器与冷兵器结合起来，又构筑多种军事工程，终于攻破了坚城。从此以后，金军不但以弓马骑射之长与宋军逐鹿中原，而且也学会了攻坚的战术与技术，攻占了南宋的许多坚城与要地。

就军事技术和军事工程而言，金宋开封之战反映了双方在这两方面发展的全貌，攻城者竭尽其能，制造了当时所能制造的各种攻城器械。守城者也不乏其术，使用了当时所能提供的守城技术和器械。如果说《武经总要》所刊载的是当时规范化了的军事技术和军事工程，那么金宋开封之战则是对这两者在实战中的使用和检验。通过这种检验，一方面说明《武经总要》的权威性，另一方面又说明北宋末年的军事技术和军事工程，又在《武经总要》的基础上，得到了进一步的发展。这种发展是金宋双方军事技术和军事工程人员以及统兵将领们所作出的重要贡献。

三、元宋襄樊之战中攻守城器械的运用

元至元五年至十年（南宋咸淳四年至九年，1268—1273年），元与南宋军队在襄阳、樊城（今湖北襄樊）展开激烈的攻守城战。元军水陆夹击，宋军凭城坚守，双方相持达五年之久，把水陆并举的攻守城器械推进到一个新的发展阶段（详见本篇第五章第四节五）。

四、元末战争中攻守城器械的运用

元至正十九年（1359年）九月，农民起义军朱元璋部下大将常遇春率军进攻衢州（今浙江衢县）。攻城时，常遇春所部在城外树栅，又制造高层攻城车吕公车，攀登器械仙人桥和长木梯，攻城器械懒龙爪，拥至城下实施强攻。元朝守城将领宋伯颜不花，率领元军凭城全力守卫：用油脂灌入成捆的苇草中，点火焚烧吕公车；制造千斤秤来钩毁懒龙爪；用长柄斧砍断攻城长梯。常遇春见攻城不下，便令部下挖地道攻城。宋伯颜不花便构筑夹城，防御由地道内攻城的常遇春部。常遇春见强攻不下，便以奇兵突入南门瓮城，摧毁元军架设的襄阳砲。与此同时，又利用元朝院判张斌为内应，乘夜打开小西门，常遇春部一举攻入城内，生擒宋伯颜不花，攻占了衢州③。

---

① 《三朝北盟会编》卷六八引石茂良《避戎夜话》，《三朝北盟会编》上册，第518页。

② 《续资治通鉴长编》卷五八，靖康元年闰十一月甲寅、丙辰，《续资治通鉴长编附拾补》五，第594~595页。

③ 《明史纪事本末》卷二《平定东南》，《明史纪事本末》一、第21~22页。



第五章
战船建造与水军工程

战争的迫切需要，战船建造场的普遍设立，造船技术的提高，使宋元时期的战船建造与水军工程出现了空前繁荣的局面。

第一节　战船建造的概况

宋元时期各方的战争，不仅在广阔的陆地上进行，而且也遍及江河湖海，因而推动了战船建造的发展。

一、宋朝的战船建造

由于两宋朝廷的重视，战船建造得到了前所未有的发展。

1. 北宋朝廷的当务之急

北宋朝廷建立伊始，便视战船建造与水军建设为当务之急。赵匡胤建宋以后，为了征伐南唐、平定江淮和统一江南的需要，即筹建战船，编练水军，教习水战。为此，他频临造船务①，督促战船建造，观阅水军演习战法，此类事史不绝于书。北宋建隆元年（960 年）十一月，他在平定扬州之后不久，即命“诸军习战舰于迎銮（今江苏仪征）”，足见他对水军训练的重视②。北宋建隆二年（961 年）正月，赵匡胤于繁忙的军政事务中，亲临“造船务观习水战”③。至北宋开宝七年（974 年）八月，赵匡胤已先后十多次视察战船建造和检阅水军演习水战，几乎每年一次，多者每年两三次④。这在历史上是少见的。

开宝七年七月，赵匡胤采纳赞善大夫樊若水（《续资治通鉴长编》作樊若冰）之策，并命其督“造大舰及黄龙船数千艘”，准备在采石架浮桥渡江，进攻南唐⑤。十月，赵匡胤踌躇满志，两次登临汴堤，检阅水军战前演习，并在东水门上，“发战棹东下”渡江⑥。开宝八年十一月，宋军从水、陆两路攻破金陵（今南京），灭亡了南唐。由此可见，南唐的灭亡，与赵匡胤多年筹建战船，命水军将士演习水战密不可分。

开宝九年五月（《文献通考·兵考十·舟师水战》记为四月），即赵匡胤在临终前的 5 个月，还最后一次去“金明池观习水战，御水心殿，命从臣列座以观战舰角胜，鼓噪以进，往来驰突，为回旋击刺之状”。赵匡胤面对水军驾舰习战的盛况，叮嘱从臣说：

---

① 造船务：宋朝建造战船的大型工场。
② 《宋史》卷一《本纪第一·太祖一》，《宋史》一，第 7 页。
③ 《宋史》卷一《本纪第一·太祖一》，《宋史》一，第 8 页。
④ 《宋史》卷一《本纪第一·太祖一》至卷三《本纪第三·太祖三》《宋史》一，第 7～47 页。
⑤ 《续资治通鉴》卷八《宋纪八》开宝七年七月庚申，《续资治通鉴》，第 180～181 页。
⑥ 《宋史》卷三《本纪第三·太祖三》，《宋史》一，第 47 页。



兵棹之技，南方之事也，今已平定，固不复用，但时习之，不忘武功①。

由此可见，赵匡胤对于战船的建造和水军训练之事是终生不忘的。其后继者宋太宗赵光义遵其嘱托，也先后于太平兴国五年（980年）三月至雍熙元年（984年）三月，多次至金明池，或观战船建造，或观练习楼船，或观水战演习②。庆历二年（1042年）二月，宋仁宗下诏："京东、西濒河诸州，造战船五百艘。"③ 由于赵匡胤和赵光义的重视，为宋朝兴旺发达的战船建造业开创了一个良好的局面，其后继各朝廷仍能坚持不懈，保持造船久盛不衰的发展势头。

2．南宋朝廷的抗金之需

宋室南渡后，为抗击金军南侵，维护宋室半壁江山之安，朝臣们纷纷向朝廷建言献策，以为长治久安之计。大臣李纲根据宋金之间军事斗争的形势，上奏朝廷，陈述建造战船，练习水战的主张。他建议在黄河、淮河、长江、沿海地区的帅府和要郡，都要创造条件，准备材料，建造运转快疾，轻便安稳，便于在水战战场上机动的战船，让水军练习水战之术，学会火攻，焚烧敌军的战船。朝廷采纳了他的建议，委任官员至上述各地筹措办理④。

宋高宗赵构采纳李纲等大臣关于建造战船，加强水军建设的建议后，也仿效先祖之例先后于南宋建炎二年（1128年）十月和三年七月，分别至江淮和镇江登云门外，检阅水军⑤。之后，又以建造的戈船和飞虎等战船装备水军，在钱塘江演习水战，其战船数量之多，船队规模之大，都在北宋之上。南宋抗金名将，也都增造战船，扩建水军，以为抗金之需。南宋绍兴五年（1135年），杨幺起义军失败后，岳飞即收编其部及1 000多艘战船，与原有的战船合并编队，从而使其统领的鄂州水军，在战船的数量上居于沿江各支水军之冠。至南宋孝宗时期（1163—1189年），鄂州水军拥有大小战船700艘，大型战船长20～30丈，每艘可载数百名官兵。

至宋孝宗以后，南宋朝廷的水军实力大增，沿江、沿海的水军已扩建至20多支，它们拥有大小各型水军战船，少则数十艘，多则几百艘乃至上千艘，其中有不少战船多系新创。建康府龙湾游击水军，装备有攻击力较强的铁头船（似为铁铧嘴船）、铁鹞船、车头船。沿江制置使王埜在检阅水军时，一次就出动大批战船，"舳舻相衔，几三十里……游击军万二千，蒙冲万艘，江上晏然"⑥。南宋淳祐五年（1245年），宋理宗下诏"沿江、湖南、江西、湖广、两浙制帅、漕司及澉浦水军司，共造轻捷战船千艘，置游击军壮士三万人，分备捍御"⑦。

由于南宋水军拥有数量较多、形制构造较新颖、性能较优、装备较精良的战船，所以才能在南宋绍兴三十一年（1161年）的采石水战和陈家岛水战中，打退

① 《文献通考》卷一五八《兵考十·舟师水战》，《文献通考》上册，第1381页。

② 《宋史》卷四《本纪第四·太宗一》，《宋史》一，第64～72页。

③ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之一至三十五》，《宋会要辑稿》六，第5658页。

④ 《宋史》卷一九五《兵九·训练之制》，《宋史》十四，第4869页。

⑤ 《宋史》卷一九五《兵九·训练之制》，《宋史》十四，第4869页。

⑥ 《宋史》卷四二〇《王埜传》，《宋史》三六，第12576页。

⑦ 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》，《续文献通考》（二），第3965页。



金军水师的进攻，使南宋政权又得以延续100多年。之后，南宋水军又在抗击元军水师的进攻中发挥了一定的作用。两宋朝廷战船建造之势能够长久保持并有较大的发展，则在于战争的推动和有一个以开封、杭州为中心，遍及沿江、沿海和全国各要地的战船建造系统的缘故。

3．宋朝的战船建造系统

这个系统由朝廷设于开封的造船务，驻防各地厢军中设立的船务、造船场、船坊、船场铁作，造船军匠等作场，以及南方沿江、濒海的民间造船场组成。

造船务是北宋最大的战船建造场，既可造船，又能演习水战。乾德初年（963年）又有扩建：

> 乾德初年，即凿大池于汴城之南，引蔡水以注之，造楼船百艘，选精兵号“水虎捷”习战水中①。

楼船是一种大型战船，一个造船务能造百艘楼船，又有虎捷军常在其中习战，可见其规模之大，设备之齐全。这个大水池的名称，在《宋史·太祖本纪》和《文献通考·舟师水战》的记载中，曾有造船务、习战池、新池、教船池、皇城池、讲武池、金明池等名称。经史家们对文献的查考，认为造船务的所在地就是金明池，其名称的前后变化，只是反映它的演变过程，并非在开封另有一个造船务和习战池。

据宋人孟元老说，金明池“周围约九里三十步”②。《汴京遗迹志》卷八称：金明池在城西新郑门外西北，开凿于后周世宗显德四年（957年）欲伐南唐之时③。可见这里原是周世宗训练水军的地方。赵匡胤皇袍加身后，即因其池而用之，设造船务及习战池于其间。他在初建禁军不久，即于“乾德初，开荆湖，选其善舟楫者”④，充实扩大造船务的工匠。北宋咸平三年（1000年）八月，造船务的工匠项绾等，设计了能在海上作战的海战船，反映了此时造船务设计建造战船的能力和水平。北宋大中祥符六年（1013年），又挑选一批江淮习水卒至金明池，建立“虎翼军”。熙宁年间，造船务内又建成了类似船务的“大澳”，成为世界上最早建有船坞设备的战船建造场。

除开封的造船务外，宋朝还在各路厢军中设有许多战船建造场，其中主要有：两浙路的杭州和婺州各自所设的一所船务；广南路广州所设的一处造船场；荆湖路的洺州、潭州（今湖南长沙）、鼎州（今湖南常德）各自所设的一处船坊；荆湖路潭州所设的一处船场铁作；江南路的吉州（今江西吉安）所设的一处造船军匠；两浙路的明州（今浙江宁波）所设的一处船坊等。

除了上述有固定名称者外，《宋会要辑稿·船（战船附）》等文献还记载了南

---

① 《文献通考》卷一五八《兵考十·舟师水战》，《文献通考》一，第1381页。

② 宋·孟元老：《东京梦华录》卷七《三月一日开金明池琼林苑》，中国商业出版社，1982年版，第7页。

③ 《宋会要辑稿》第一八七册《方域三之十七·琼林苑》称：“琼林苑在顺天门外道南，太祖乾德二年置（兴国中凿金明池于苑北）……每岁车驾幸金明池则并至苑中。”古都研究专家单远慕先生在《七朝都会——开封》（见浙江人民出版社，1986年版，《中国历史名都》，第120页）中说，金明池在城西新郑门外。从单说。

④ 《宋史》卷一八七《兵一·禁军一·造船务》，《宋史》十四，第4594～4599页。



方沿江、沿海、江淮等路临时性的造船作场，为军队建造战船。其中主要有：江州、洪州、饶州、赣州（今江西九江、南昌、鄱阳、赣州）；衡州（今湖南衡阳）；松江（今属上海）；平江、润州、建康、楚州、泗州、真州（今江苏苏州、镇江、南京、淮安、盱眙、仪征）；叙州、眉州、嘉州、泸州（今四川宜宾、眉县、乐山、泸州）；泉州、福州、漳州（今均属福建）；秀州、温州、定海、明州（今浙江嘉兴、温州、定海、宁波）等20多个州县①。此外，还有江南东西路、荆湖南北路等地的民间造船场。有的造船场还规定了每年建造战船的定额②：其中赣、潭、衡三州各建造170艘，温州和明州各建造600艘，楚州、泗州、真州各造100艘。再从宋朝水军驻地分布广泛的情况看，战船建造场之多是远超出上述记载的。

由于宋廷采取朝廷和地方并举，官营和民办同兴的方针，形成了战船建造数量多、质量好、构造新颖的局面，能满足宋军水战之需。如北宋开宝七年（974年）八月，荆湖路的造船场就承担了数千艘黄龙船与黑龙船的建造任务，为消灭南唐提供了重要条件。南宋建炎元年（1127年）七月，一次就安排浙江沿海各州县建造600艘魛（dào）鱼（即带鱼）战船的任务③。三年三月，平江府（今江苏苏州）造船场已具有建造四百料④八橹大型战船和四橹大型海战船的能力⑤。南宋绍兴三年（1133年）七月，韩世忠因备战江上，就搜集到三四千艘战船⑥。当年十二月，江南西路一次就造200艘战船⑦。二十八至三十二年，沿海各州县曾多次奉命建造大型海战船⑧。南宋乾道元年（1165年），江西赣州和吉州造船场，每年能造500艘战船⑨。绍兴元年至五年，活跃在洞庭湖上的杨幺等农民起义军，也建造了数百艘大型车轮船和其他中小型战船千余艘，与宋军激战于湖上，气势极为壮观，为宋代战船建造的发展作出了重要的贡献。

二、辽夏金元的战船建造

在北方各少数民族中，因西夏和辽所进行的战争大多在山林莽原之地，所用战船较少，史书记载亦甚寥寥。金、蒙两族，因南下中原，兵临宋境，于水网地带的战事较多，故也都推行建造战船，练习水战之策，其战船建造也都有相当规模的发展。

1．辽朝的战船建造

辽朝的战船建造，见于史书记载的有辽兴宗重熙十七年（北宋庆历八年，1048年）建造战船之事。是年，辽主命东路统军使耶律铎轸（一作多珍，又作心

---

① 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之一至三十五》，《宋会要辑稿》六，第5657～5674页。

② 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之四至六》，《宋会要辑稿》六，第5658～5659页。

③ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之八》，《宋会要辑稿》六，第5660页。

④ 料（liào）：容量单位，一料即一石（shí，又读dàn），十斗。

⑤ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之十一》，《宋会要辑稿》六，第5662页。

⑥ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之十四》，《宋会要辑稿》六，第5663页。

⑦ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之十五》，《宋会要辑稿》六，第5664页。

⑧ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之十八至十九》，《宋会要辑稿》六，第5665～5666页。

⑨ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之二十》，《宋会要辑稿》六，第5666页。



轸）选择造船场地，建造战船，准备进攻西夏。铎轸受命后，仿宋朝船制，建造大型楼船 130 艘。其船“上置兵，下立马，规制坚壮”，在同西夏军作战时发挥了重要的作用①。

2. 金朝的战船建造

金军兵临宋境后，战船建造与水战之事日渐增多。南宋建炎四年（金天会八年，1130 年），金将完颜宗弼（兀术）曾率领水军北归，在黄天荡（今南京东北）与宋将韩世忠所部进行水战，说明其水军战船已有一定规模。绍兴五年（金天会十三年，1135 年），金廷又征发燕、云 40 万民夫，采伐木材，运至雄州（今河北雄县）之北的虎川，建造战舰，以便从海道入侵江南②。金熙宗天眷元年至海陵正隆四年（1138—1159 年），先后命熟悉战船建造和水战的韩国公锡默阿里和工部尚书苏保衡，在通州（今北京通州）等地建造战船，以便南下攻宋③。绍兴三十一年（金世宗大定元年），金朝水军在采石之战和陈家岛海战中战败后，国势日衰，内部矛盾激化，战船建造也随之衰落。

3. 元朝的战船建造

崛起于漠北的蒙古族，初无战船，也未经水战。蒙古太宗十年（1238 年）任用善于水战的易州定兴人解诚所献方略打败了宋军，夺战船千余艘，并授予水军万户兼都水监使④，建立起蒙古第一支水军，拥有战船千余艘。至蒙古宪宗九年（1259 年）前，蒙军又在与宋军的多次水战中扩建了水军。元世祖中统元年（1260 年），忽必烈即蒙古汗位，即于当年七月，任命张荣实为水军万户，统领北方诸海口水军 1 700 余人⑤，连同解诚所部水军 1 760 人⑥，共有 3 400 余人。蒙古至元三年（1266 年），忽必烈命河南等路统军副使董文炳，建造战船 500 艘，蒙古大批建造战船从此开始。陕西、四川、河南、河北、山东东部、江淮、沿海各州郡的战船建造场，也都在其控制之下。

元至元五年，蒙军围襄阳。至元七年三月蒙古镇国上将军都元帅刘整（宋朝降将）与都元帅阿术（一作阿珠），针对蒙军长于骑射而短于舟楫战舰，不便与宋军作战的状况，便向忽必烈奏陈建造战舰，练习水军的策略：

> 我精兵突骑，所当者破，惟水战不如宋耳。夺彼所长，则事济矣。乃日练水军，虽雨不能出，亦画地为船而习之⑦。

忽必烈采纳了他们的建议，并命刘整与阿术等建造战舰 5 000 艘，训练水军 70 000人⑧。至元十年（1273 年）三月和六月，在汉水流域的兴元、金洋州（今陕西汉中、洋县两地），以及汴梁（今河南开封）、襄阳（今湖北襄樊）等地的战

---

① 《辽史》卷九三《耶律多轸传》，《辽史》五，第 1379 页。
② 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》，《续文献通考》（二），第 3966 页。
③ 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》，《续文献通考》（二），第 3966 页。
④ 《元史》卷一六五《解诚传》，《元史》十三，第 3870 页。
⑤ 《元史》卷九八《志第四十六·兵一·兵志》，《元史》八，第 2510 页。
⑥ 《元史》卷九九《志第四十七·兵二·镇戍》，《元史》八，第 2538 页。
⑦ 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》，《续文献通考》（二），第 3966 页。
⑧ 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》，《续文献通考》（二），第 3966 页。



船建造场，建造战船4 000艘[①]。其时，襄樊前线的元朝水军已有16万之众，拥有战船上万艘，终于在当年将襄樊攻占。至元十一年九月至十二月，元军经过休整后，以数千艘战船，从襄樊顺流东下，直逼建康（今南京）。之后，元朝水军以上万艘战船与步骑兵协同作战，以凌厉攻势，下镇江，出海口，与宋军驰逐于大洋。

至元十四年（1277年）六月，元廷为最后歼灭南宋水军计，命沿海经略副使兼左副都元帅哈剌䚟（一作歹），在沿海各造船场"督造海船千艘"[②]，以备近海作战与海运之需。至元十六年正月，蒙古军和汉军都元帅张弘范统率水军，以新造之战舰300艘，包围南宋朝廷的最后据点厓山（今广东新会南），与步骑兵都元帅李恒所部协同作战，歼灭了南宋制置副使张世杰统领的最后一支军队，灭亡了南宋。

忽必烈统一全国后，于至元二十二年，设立了江西、江淮、湖广三个造船提举司，统管南方民船和战船的建造[③]。为了巩固元朝的统治，以及加强东南沿海和内地沿江重镇的守备，元廷于至元二十七年下令："择濒海沿江要害二十二所，分兵阅习"[④]，并增置水军战船；在钱塘海口原有20艘战船的基础上，"增置战舰百艘，海船二十艘"[⑤]，使钱塘海口的海防战船增加了6倍。据不完全统计，元朝从至元七年至二十九年，为灭宋和海防建设的需要，共建造了大小各型战船17 800余艘。

从至元八年到二十九年，元廷为了进行对外战争，还在高丽的罗州道等地建造战船[⑥]。在进攻日本、安南、爪哇等地时，使用的兵力少则5 000人，多则140 000人。出动的战船少则500艘，多则3 400艘。

到至元三十一年元成宗即位后，战事日益减少，战船建造与水军建设逐渐衰退。元朝后期，军政腐败，战船建造与水军建设一蹶不振，终于在至正二十八年被明朝灭亡。

第二节 战船的主要类型

宋元时期各方所建造的战船，有楼船、蒙冲、斗舰、走舸、游艇、海鹘、无底船、江海两用船等名称。其中有十余种是以船名标示出战船之类型和战斗性能的，有的则是以船名标示出战船之形状或推进装置的。如果按照它们在水战中的作用，则可将它们区分为下列几种类型。

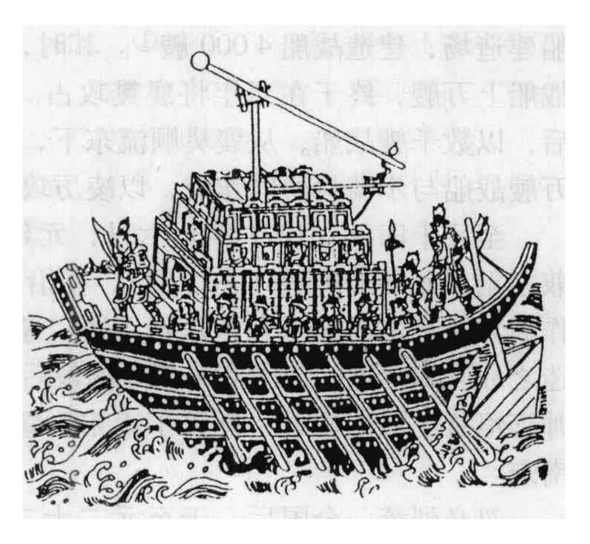
一、大型主力战船

楼船是宋元时期各方水军装备的一种大型主力战船，是水战的堡垒，有时也可用作主帅乘座的指挥船，与后世海军旗舰的作用相当。楼船在唐代以前已有使

① 《续文献通考》卷一三二《兵十一·舟师水战》,《续文献通考》(二)，第3966页。
② 《元史》卷一三二《哈剌䚟传》,《元史》十一，第3216页。
③ 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》,《续文献通考》(二)，第3967页。
④ 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》,《续文献通考》(二)，第3967页。
⑤ 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》,《续文献通考》(二)，第3967页。
⑥ 《续文献通考》卷一三一《兵十一·舟师水战》,《续文献通考》(二)，第3967页。



用，到宋代又有较大的改进，成为一种定型的大型主力战船。据《武经总要·战船》记载，当时的楼船（图1－5－1）形体高大，舱面上建三层楼室，船首及两舷侧建有女墙战格，既可遮挡敌方射来的矢石，又可在其掩护下向敌方射出箭镞，宛如水上高城。三层楼室的顶部安有拍杆，用以拍击敌船。楼室外侧都用毡革维护。船上备有砲车、檑石和铁汁。作战时，砲车可以抛出巨石，击砸敌船，铁汁可以炙灼敌军的战船和官兵。大型楼船的长度可达百步（每步约5尺，船的长度似有夸大），船面四周备有宽道，可以行车走马，能载官兵千余人。由于楼船乘载的士兵多，武器装备齐全，远可发砲石、射箭镞，两船相并可翻拍杆、烧铁汁，是威力最大的战船，所以赵匡胤在建宋之初，即在开封城南凿大池，造楼船数百艘，以显示其水军的声威。

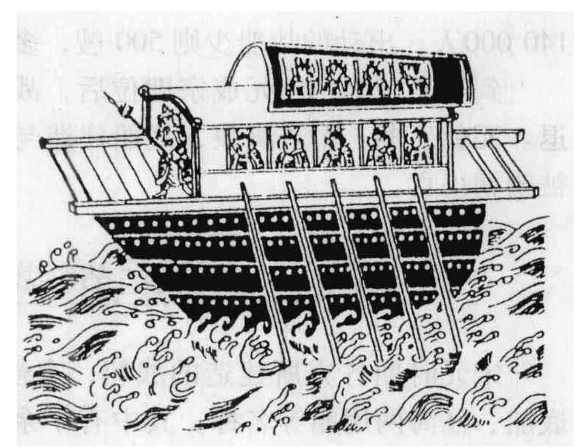

图1－5－1　楼船

二、中型战船

中型战船既有较快的航速，又有较强的战斗力。蒙冲、斗舰和海鹘船是这类战船的代表。

1. 蒙冲

蒙冲是一种双层多桨轻型快速战船（图1－5－2），又称艨艟。因其顶棚外蒙有生牛皮，可御矢石，利于冲击敌军船阵，所以取名蒙冲①。舱面上设两层战棚，棚侧开有掣棹孔，既便于士兵把桨从棹孔伸入水中，划棹行船，又能抵御敌兵射来的矢石。战棚的前后左右都开有弩窗、矛穴，可向外发射箭镞，以长矛、长枪击刺敌船的官兵。蒙冲船体狭长而轻便，利于冲波击浪，在水战中常乘敌不备之时，快速冲击敌船，充分发挥其以快制胜的特点。


图1－5－2　蒙冲

2. 斗舰

斗舰是一种双层中型战船。是以唐朝的斗舰为制式，经过改进而成的（图1－5－3）②。船上两舷侧设有垛墙，可蔽士兵半身，既能抵御矢石，又可在其掩护下发射箭镞。垛墙下开有掣棹孔穴，便于士兵操棹行船。舷内5尺处又建有战棚，与舷侧垛墙等高。战棚上又建有垛墙，士兵列于女墙之后，向敌船射箭击石，并随

① 《武经总要》前集卷十一《战船》，《武经总要》前集四卷十一，第6、7页。

② 《武经总要》前集卷十一《战船》，《武经总要》前集四卷十一，第8页。

时准备持执兵器，同敌搏斗。

3．海鹘船

海鹘船是一种耐波性较好的海上中型战船（图1－5－4），初创于唐①。船形头低尾高，前大后小，如鹘之形。两舷侧外安置浮板，形如鹘翼，船名因此而得。两鹘翼起稳定作用，可以削减横向风对船体的推力，使战船尽量避免横向漂流，保持船体稳定航行，即使遇到狂风怒涛，也没有倾覆的危险，从而能充分发挥其作用。南宋建炎三年（1129年）八月，朝廷命平江府（今江苏苏州）造船场建造四橹海鹘船②。嘉泰三年（1203年）八月，秦世辅在池州（今安徽贵池）造船场建造了一种新式铁壁铧嘴平面尖底海鹘船，船长10丈、头阔1.8丈、中舱深8.5尺，全船分11舱，两舷侧各5橹，尾部安一大橹，载重量为1 000料，可乘官兵108人，水手42人，船首水线下安有犀利的铁“犁铧”，可以撞毁敌船，是一种攻防兼备的近海战船。不久，又建成车轮式铁壁铧嘴平面尖底海鹘船（详情见后），其机动灵活性胜于前者③。

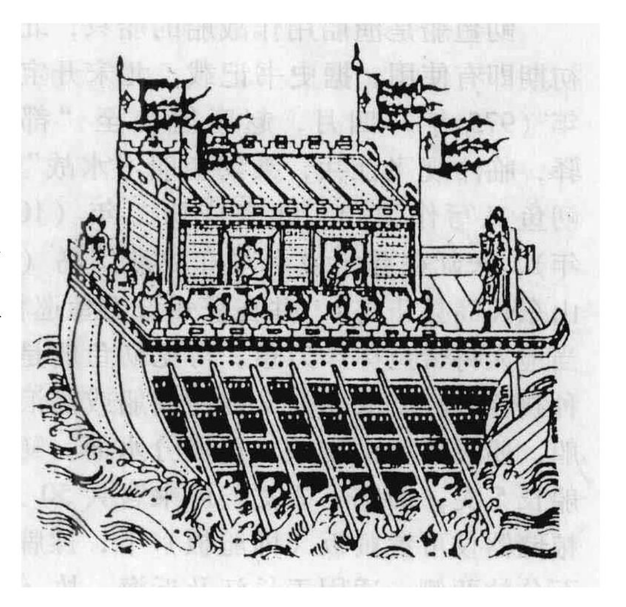


图1－5－3 斗舰

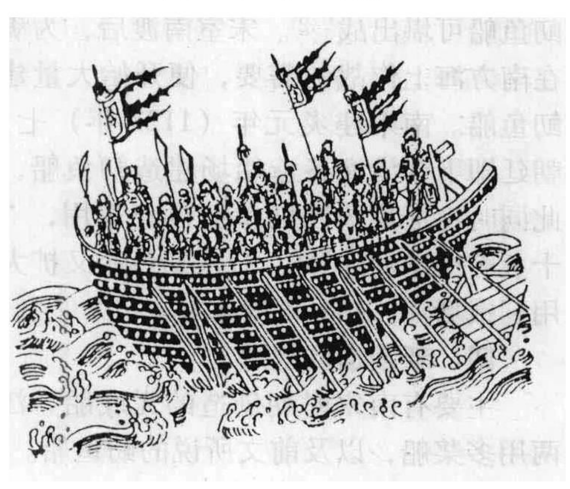


图1－5－4 海鹘船

三、轻型战船

属于这类战船的有走舸与游艇。

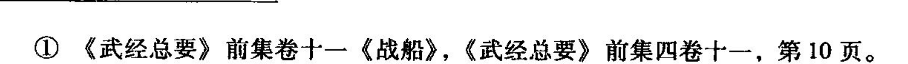
1．走舸

走舸的两舷侧建有女墙。每船乘载十余名士兵，既能操棹行船，又可持械作战（图1－5－5）④。走舸体轻身小，划桨行船者多，往返机动灵活，可乘敌不备之时进行游击，使敌猝不及防，给敌以杀伤后，能迅速撤离战场。

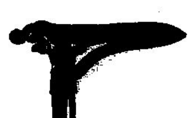
2．游艇

游艇是用于通信、传令的一种小型战船（图1－5－6）⑤。舷侧每隔4尺安置1座桨床，配桨1支。桨数随艇之长短而多少不等，通常每侧不少于6支桨。由于船轻桨多，所以转动灵活，快疾如风。

3．魛鱼船



① 《武经总要》前集卷十一《战船》，《武经总要》前集四卷十一，第10页。
② 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之十一》，《宋会要辑稿》六，第5662页。
③ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之三二》，《宋会要辑稿》六，第5672页。
④ 《武经总要》前集卷十一《战船》，《武经总要》前集四卷十一，第8页。
⑤ 《武经总要》前集卷十一《战船》，《武经总要》前集四卷十一，第5页。



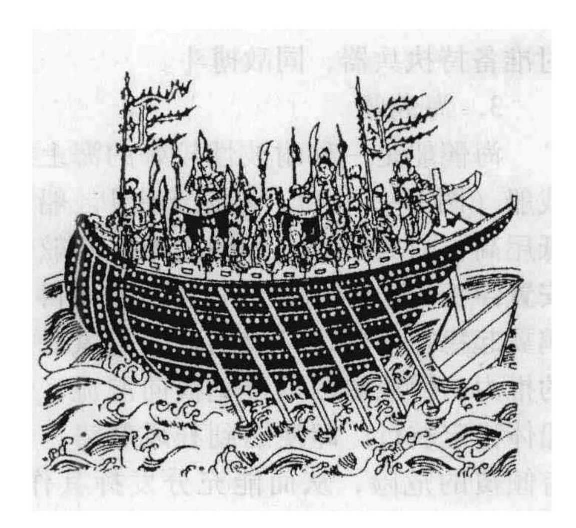


图 1－5－5　走舸



图 1－5－6　游艇

魛鱼船是渔船用作战船的船只，北宋初期即有使用。据史书记载，北宋开宝八年（975 年）四月，赵匡胤曾至“都亭驿，临汴观飞江兵，乘魛鱼船习水战”①。魛鱼又写作刀鱼。北宋庆历二年（1042 年），宋廷在登州设水军守戍沙门岛（今山东长岛县庙岛），并在登州设刀鱼巡检，当地人将带鱼称作刀鱼，可见魛鱼船是一种狭长的轻型战船，又称钓檑船或荡浪斗船，船头方小而尾阔，可劈分水面。魛鱼船长 5 丈，面阔 1.2 丈，可乘官兵 50 人，粮储器仗可置黄板（即舱板）下，揉牌矢石分放两侧，适用于长江及近海，故《宋会要辑稿》称：明州“濒海沿江巡检下，魛鱼船可堪出战”②。宋室南渡后，为满足在南方海上作战的需要，便开始大量建造魛鱼船。南宋建炎元年（1127 年）七月，朝廷即下令沿海各造船场建造魛鱼船，与此同时也征集民间魛鱼船以充军用，“每十五艘授迪功郎”③。后来魛鱼船又扩大使用到钱塘江、扬子江等水域。

四、新创造的战船

主要有南宋时期创造的无底船、江海两用多桨船，以及前文所说的魛鱼船。

1. 无底船

无底船建于南宋咸淳八年（1272 年）。其时，蒙军围困襄阳、樊城已达五年之久。南宋将领在其西北的清泥河处造轻舟百艘，“以三舟为一舫，中一舟装载，左右舟则虚其底而掩覆之”④。船在向襄阳、樊城航进中，遇到蒙古军军队拦击，双方展开激烈战斗。作战中，宋军士兵立于船板上，引诱蒙古士兵跃入船上，乘其立足未稳之际，推入水中溺死，无底船发挥了一定的战斗作用。

2. 江海两用的多桨船

① 《续资治通鉴》卷八《宋纪八》开宝八年四月壬戌，《续资治通鉴》，第 38 页。
② 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之八》，《宋会要辑稿》六，第 5660 页。
③ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之八》，《宋会要辑稿》六，第 5660 页。
④ 《宋史》卷四五〇《张顺传》，《宋史》三八，第 13248～13249 页。



江海两用船系由水军统制冯湛于南宋乾道五年（1169年），在浙江宁波创造的能在江面与海上进行作战的一种战船。这种战船系由湖船底、战船盖、海船头尾，即平底、船头尾采用海船式样，船顶以生牛皮的遮盖物构成。船长8.3丈、阔2丈，载重800料，安桨42支，载官兵200人，灵活机动。这种战船实际上是将内河船、海船与战船三种船型的长处综合在一起，经过改进后设计而成的一种新型战船，是当时战船建造技术的一大创新。朝廷即按其样式建造了50艘，以备缓急之用①。

五、战渡两用的马船

这种战船系由南宋侍卫马军都虞侯马定远，于南宋淳熙六年（1179年）五月奉命在江西建造，共有100艘。船上建造了垛墙，安装了轮桨，并可拆卸。可以济渡，遇战则用以迎敌。运输时主要用于运载马匹，也可用于作战②，是一种战渡两用的船。

六、海战船

这是南宋朝廷专为海战而建造的一种战船。建于建炎三年（1129年）三月。其时，朝廷下令在福建、广东等东南沿海州郡鸠工建造。这种战船可分为上、中、下三等，船面宽度依次为2.4丈、2丈、1.8丈。船上竖有望斗，以便瞭望。船上装备箭格、铁撞、石砲、石弹、火砲、火箭及其他各种兵器③。

七、航行快捷的车船

南宋战船建造的突出成就是普遍建造了车船。车船是在船舷两侧对称安装数对车轮而得名。轮上装有激水叶片，人在船中用脚踏动轮轴，带动舷外叶轮旋转，将原先桨楫前后间歇运动，改进为叶轮回转连续推进，从而较大地提高了推进效率。车船创制于南朝时期，唐代有了一定的发展，到宋代又得到了进一步的推广，在南宋建炎四年至绍兴五年（1130—1135年）湖南钟相、杨幺起义期间，南宋朝廷与起义军双方都大量建造车船，掀起了制造与使用车船的高潮。

建炎四年，钟相、杨幺率领鼎、澧、潭、岳（今湖南常德、澧县、长沙、岳阳市）、峡（今湖北宜昌）诸州的19县农民起义。钟相死后，由杨幺领导起义军，仍以龙阳（今湖南汉寿）为基地，聚众号40万，建水寨30余处，拥有海鳅（一作海鰌）、擢橹等各种战船数百艘，声势十分浩大，官兵一时不能敌。

为了镇压杨幺起义军，驻守湖南鼎州的南宋鼎沣州镇抚使兼知鼎州程昌寓（一作程昌禹），于绍兴元年（1131年）采纳都水监都水匠高宣所献的车船图样，开始督造车船。在程昌寓督责之下，不久便试造成“八车船”④两只，在江上试航，快疾如飞，观者无不称奇。程昌寓至此便急不可待，命部下统制覃某率水军驾乘两只八车船及20只海鳅船，从芷江直攻起义军夏诚大寨。起义军率军在芷江口大败程军，缴获其车船，俘虏了高宣，程昌寓乘海鳅船侥幸逃回鼎州。

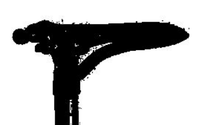
高宣被俘后即为起义军建造车船，仅两个月时间，就造出车船十多艘，后来

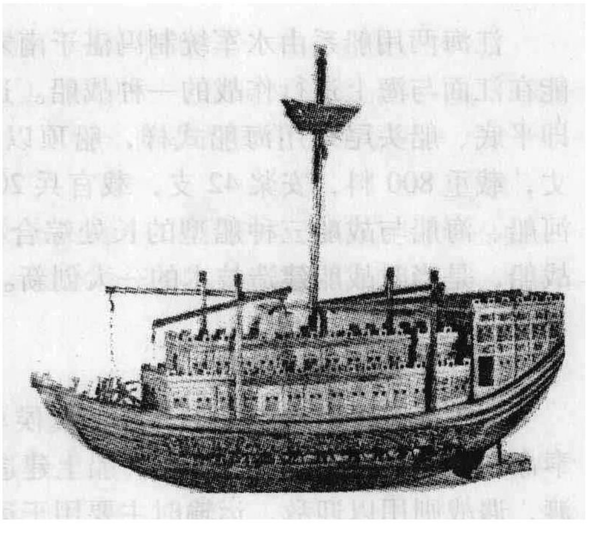
① 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之二三》，《宋会要辑稿》六，第5668页。

② 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之二八》，《宋会要辑稿》六，第5670页。

③ 《宋会要辑稿》第一八六册《兵二十九之三十二》，《宋会要辑稿》八，第7308页。

④ 八车船：当时称安于车船两侧的翼轮为“车”，八车船即为安有8个翼轮的车船。





又增加到29艘。各船前后有人踏车，进退自如，“以轮激水，疾驶如飞”①。车船通常长10余丈，底阔3丈，高3.5丈，板厚7寸。车船一般建楼二三层，小者可载二三百人，大者可载千余人。车船前部左右都安有撞杆，杆端悬巨石，由辘轳转动，撞击敌船。车船的底层为水手踩踏车轮的操作间，其上各层的两侧有射孔，便于弓弩手发射弓弩。顶层四周有半人高的挡板，士兵可以其为依托，居高临下地向敌船投掷石块、渔叉、挠钩②。每层沿边都有竹笆作掩护，具有较强的防护作用。当时起义军领导人驾乘的著名车船有：杨幺的“和州载”二十四车大楼船（图1－5－7），杨钦的“大德”三十二车船，夏诚的“大药山”车船，刘衡的“大钦山”车船，周伦的“大夹山”车船，高癞的“小德山”车船，刘洗的“小药山”车船，黄佐的“小钦山”车船，全琮的“小夹山”车船，还有“望三州”与“浑江龙”等车船③。其中，杨幺所乘坐的“和州载”车船，长36丈，宽4.1丈，高7.25丈，建楼五层，安有24轮，可谓壮观。这些车船驰骋于洞庭湖中，“以轮激水，其行如飞，旁置撞杆，官舟迎之辄碎”④。

图1－5－7　湖南博物馆设计复原的杨幺车船

为了对付起义军的车船，南宋荆湖南路宣抚使兼知潭州李纲，于绍兴二年“造战舰数十艘，上下三层，挟以车轮，鼓蹈而前”⑤。同年，无为军（即无为郡，今安徽无为），守臣王彦恢也建造了一种名为“飞虎”的车船，以为镇压起义军的声援。其船旁设“四轮八楫，四人旋斡，日行千里”⑥。

杨幺农民起义战争后，南宋水军仍在建造车船，绍兴五年五月，两浙转运副使吴革以“备控扼，缓急遇敌掩击”为由，奏请朝廷，共建造5轮、9轮、13轮车船42艘⑦。南宋乾道四年（1168年）三月，松江水军制置使史正志，请求建造12轮、载重400料的车船⑧。南宋淳熙八年（1181年）八月，荆鄂都统制岳建寿请求建造5～8轮车船10艘⑨。淳熙十年八月，建康府统制官陈镗建成车船等90

① 岳珂著：《金佗粹编》卷六《行实编年》。

② 《中兴小纪》卷十三。

③ 岳珂著：《金佗续编》卷二十五。

④ 《宋史》卷三六五《岳飞传》，《宋史》三十三，第11384页。

⑤ 《梁谿文集》卷二十九。

⑥ 明·李昭祥撰：《龙江船厂志》卷八《文献志》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第586页，河南教育出版社，1994年版。以下引此书时均同此版本。

⑦ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之十六》，《宋会要辑稿》六，第5664～5665页。

⑧ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之二二》，《宋会要辑稿》六，第5667页。

⑨ 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之二八》，《宋会要辑稿》六，第5670页。

艘战船，受到宋孝宗的奖励①。有的车船还在船尾安置一个大车轮，以便加快航速。蒙古兵在占领中原地区后也开始建造车船。南宋咸淳十年（1274 年，元至元十一年），元军大将伯颜率军南下过江时，“设划车，中流数千艘，乘风直进，势不可敌”②。

大型车船与大型楼船相比，具有较好的机动性，踩踏车轮的士兵可在舱内操作，安全可靠，能保证在作战时作持续机动的航行。车船的不断改进和大量建造，是宋代战船建造业兴旺发达的一个重要标志。欧洲人大约在 16 世纪才开始使用车轮船。

八、其他战船

除上述战船外，宋军使用的战船还有海鳅（又作海鰌、海蝤船）、水哨马、双车、得胜、十棹、大飞、旗捷、防沙、平底、水飞马，以及戈船、黄龙船、白龙船、赤马舟、黄鹞、白鹞、舭舩、钻风船等③。其中海鳅、双车似为车船，十棹当为多桨船，戈船则为安有冲角的小型战船，其他则是一般常用的中小型战船。

辽、金、元各方军队装备的战船，也有楼船和各种大、中、小型战船，它们虽有一些不同的名称，但在形制构造上也都沿袭宋军战船之制，没有特殊的创造。

九、济渡器材

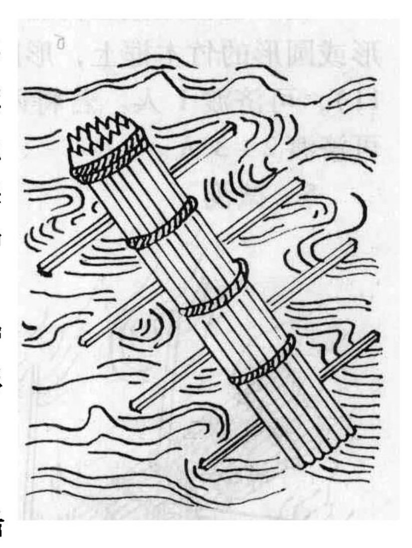


图 1－5－8　蒲筏

宋元时期的各方军队，除使用大、中、小各型战船进行水战外，还很重视微型济渡器材的制造与使用。它们虽属微小，但在津渡泛溢，山谷涨水，止则无舍，渡则无舟的情况下，也可济一时之急需。当时所制造和使用的济渡器材，大致有如下几种④。

1．蒲筏

蒲筏既可预制，也可在急需济渡时就近割粗长之蒲苇，束成大捆，互相纵横捆绑成筏，以济渡兵员和物资（图 1－5－8）。

2．飞组

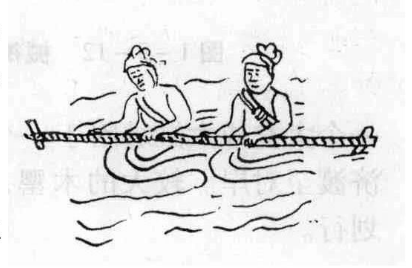


图 1－5－9　飞组

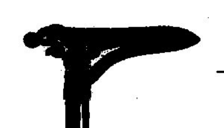
飞组大多在临急时扣搭。扣搭时，先选募善于游泳者，将粗长绳索的一端缚附于此岸的大树或大木桩上，另一端缚于善游者的腋下或腰间，待其浮渡至对岸后，即将绳索缚附于对岸之大树或大木桩等地物上（图 1－5－9）。之后，官兵便可挟绳索逐一鱼贯而过，并可携带少量随身用物。如果人数很多，则可按此法多缚附

① 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之二八》，《宋会要辑稿》六，第 5670～5671 页。

② 《龙江船厂志》卷八《文献志》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第 586 页。

③ 《宋史》卷一四〇《兵一（禁军上）》，《宋史》十四，第 4583 页。

④ 《武经总要》前集卷十一《水战（济水并图）》，《武经总要》前集五卷十一，第 13～16 页。



几道绳索，以提高济渡的速度，使大队人马快速渡至对岸。

3. 浮囊

浮囊是用浑脱羊皮吹气制成，因其浮力较大，人可依附其上或缚于身上，济渡至对岸（图1-5-10）。若官兵多有所备，则可济急而渡全军。西夏地方盛产良种羊，故浑脱羊皮浮囊也是西夏军队的一种基本装备。



图1-5-10 浮囊

4. 皮舡

皮舡也就是微型皮船，用生牛、马之皮缚于一个方形或圆形的竹木框上，形同敞口皮箱或皮缸（图1-5-11），可济渡1人。若将两个皮船缝合在一起，一次便可济渡2~3人。



图1-5-11 皮舡

5. 械筏

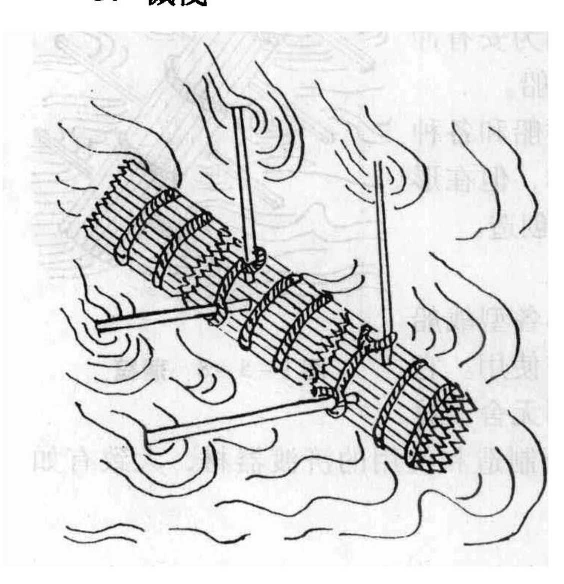


图1-5-12 械筏

械筏是用多束长枪柄（其他长兵器之柄亦可）纵横缚扎而成。每束有十多支枪柄。若用5 000支长枪柄分捆成500束，每束10支，而后纵横捆扎成筏（图1-5-12），每次可济渡数人至数十人。若有可能在枪柄筏两侧各缚附20个浮囊，令善游泳的士兵先至对岸竖立大木柱，搭架成两道大飞絙，将械筏用活扣系于絙上，对岸用人力拉动械筏，可使济渡速度加快，并能保证济渡时的安全。

6. 木罂

木罂在宋代以前已多有使用，通常是用一个大瓮或大缸绑附于一个木制的框架中，借助框架的浮力，将放于其中的物品济渡至对岸。较大的木罂，一次可以济渡100~150千克的重物，两侧还可安桨划行。

第三节 战船工程技术的提高

战船工程技术的提高与装备的改善，是宋元时期战船建造业发展的重要标志。主要表现在以下几个方面。

一、造船技术与工艺的进步

在汉唐战船建造技术与工艺的基础上，宋元时期又有明显的进步。

1. 模型造船技术的创造

金朝正隆年间（南宋绍兴二十六至三十一年，1156—1161年），彰德军节度使



张中彦奉命督造战船。他在工匠施工之前，先制作一个与所用战船相似的缩小模型，长度只有几寸，各部件之间不用胶漆粘接而用榫卯扣合，可以拆装。工匠们按模型以一定比例放大，最后装配成适用于实战需要的战船，造船者无不佩服①。此法的创造，为后世放样造船技术的广泛采用提供了思路。

2. 榫合板连技术的采用

1974 年 6～8 月，福建泉州湾发掘出一艘沉没已久的宋代海船，残长 24.20 米、宽 9.15 米，船底为尖底结构，头尖尾方，平面为近似椭圆，舷侧和船底分别为三重和二重木板结构。船板上下左右之间大多采用榫合和参钉、吊钉钉连工艺，参钉的钉距一般为 15～20 厘米，吊钉的钉法为三角形，钉距一般为 19～30 厘米。铁钉为方形，有顶帽，残长约 12～20 厘米，宽 5～6 厘米。船的龙骨用两段木料接合而成，全长为 17.65 米，宽 42 厘米，厚 27 厘米，两端接合部的榫位长 34 厘米。连接龙骨的艄柱用樟木制成，长 4.5 厘米[86]。船舱的隔板由 3～6 块板榫合成整体，同时在隔板与船底板接合处，用较宽的铁钩钉勾连在一起。采用榫合与钉连工艺建造的战船，可以使船壳具有较强的坚固性。

3. 先进的艌缝工艺

泉州湾出土海船的板缝与榫隙，采用麻丝、竹茹和桐油灰捣拌成的艌料密艌而成[86]，粘连和防渗性能很好，反映了当时艌缝技术的提高。

4. 水密隔舱技术的推广

我国造船业采用的水密隔舱技术初创于唐，推广于宋元。其方法是用许多隔舱板，将整个船舱分隔为几个互不相通的小舱，可以分别使用。出土的宋代海船水密舱的隔板有 12 块，每块厚 10～12 厘米，用扁铁钉和钩钉同船壳钉联，用桐油灰艌料填实艌密，隔绝舱水的互相流动，提高了船在航行中的安全[86]。这种船在航行中，即或有一两个舱破损漏水，其他的舱仍能安然无恙，使整个船体保持一定的浮力，能继续航行而不会沉没。同时，由于隔舱板与船壳板紧密钉合，增强了船身的横向抗压力，具有加固船体的作用，也减少了加设船肋的工艺程序。南宋嘉泰三年（1203 年）建造的铁壁铧嘴式 11 舱战船，便属于这种船型。欧洲人大约在 18 世纪才开始建造水密隔舱船。

二、船体结构的改进

宋元时期所造之船在船体结构上具有较大的改进，这些改进在战船建造上也有明显的体现。

1. 阔面尖底战船的推广

泉州湾出土的海船，说明宋代的海船都已采用从船头至船尾的尖底龙骨船，其长宽比仅为 2.8 左右，船底显得瘦削，横剖面呈“V”形，吃水较深，有较好的抗风浪和抗飘浮作用，适于在深海中航行。正如《宣和奉使高丽图经》说：“其制皆以全木巨枋搀叠而成，上平如衡，下侧如刃，贵其可以破浪而行也。”② 当时的

① 《金史》卷七九《张中彦传》，《金史》六，第 1789－1790 页。

② 徐兢：《宣和奉使高丽图经》卷三十四《客舟》，商务印书馆，1937 年版，第 117 页。以下引此书时均同此版本。



战船设计和建造者根据我国杭州湾以南沿海海水较深，海湾狭长的特点，也把“V”形船体结构的设计方案引进战船建造中来，福建、浙江等战船建造场建造了不少适于深海区航行的尖底阔面战船。南宋绍兴二十八年（1158 年）七月，福建路安抚转运司批准该路所属左翼军统制陈敏的请求，“建造尖底海船六只，每（船）面阔三丈，底阔三尺，约载二十料……缓急足当十舟之用”①。南宋嘉泰三年（1203 年），秦世辅所建载重 400 料的铁壁铧嘴平面尖底海鹘船，已把阔面尖底高稳定性的海战船同使用车轮推进的车船结合在一起，成为尖底型的车轮战船。

2．增设了大檒

宋元时期的海船，除在船底部设置粗大的纵向龙骨外，还有舷侧顶部设置了纵向的“大檒（là）”，其作用相当于后世船舶的舷侧顶列板。龙骨和大檒因距船中剖面的中和轴较远，能显著增加船体结构的剖面模数，从而使船体结构的强度得到提高。当时其他国家建造的战船都还没有设置大檒②。

3．铁壁铧嘴船在船体结构上的重大突破

前面已经提到秦世辅在嘉泰三年于池州（今安徽贵池）建造的 400 料铁壁铧嘴船。该船长 9.2 丈，分 11 舱；面阔 1.5 丈，舱深 5 尺，船板厚 3 寸；船底阔 8.5 尺，板材厚 6 寸，底部有通心脊骨（即龙骨）1 条；“两边安护车齐头木画牌二十八面，各高六尺八寸；周边安护膝板高一尺，上安女头高一尺四寸；装载战士七十人，踏驾兵二十人。”③ 从船体的结构与设备看，这是作战特点极为明显的战船：底板厚 6 寸，舷板厚 3 寸，纵通龙骨厚 9 寸，其坚固程度超过一般战船；船首舷部有铁皮防护；船首水线下安有坚利的铁制铧嘴，形似耕田的犁铧，用以在作战中冲击敌船，使敌船水线下弦壳板划裂成一条长口，进水沉没，远比古代的“戈船”等冲角战船为优；两弦侧设有盾牌和女墙，掩护 70 名士兵作战；有 20 名水手踩踏车轮和操持桨橹舵锚，可谓航速快、机动性好、设备齐全、攻防兼具的战船。

三、战船推进器具的改进

战船推进器具的改进是提高宋元时期水军战船航速的关键，当时所取得的成果主要有下述几个方面。

1．增配桨和橹

增配战船两舷侧的桨数，是提高航速的基本措施。如江海两用战船的两舷侧，共安有 21 对桨。海鹘船的两舷侧，也安有 9～11 对桨④。除增加战船两舷侧的桨数外，还以增配橹的数量提高航速。北宋的客船“每舟十橹。开山入港，随潮过门，皆鸣橹而行。篙师跳踯号叫，用力甚至”⑤。而当时一般的大型海战船，每船安有 8～10 橹，每橹用 4 人摇动。最大的海战船安有 20 橹，每橹用 10～20 人摇动，使航速得到很大的提高。

---

① 《宋会要辑稿》第一四五册《食货五十·船（战船附）之十八》，《宋会要辑稿》六，第 5665 页。

② 王冠倬：《中国古船图谱》，第 144 页。

③ 《宋会要辑稿》卷一四五册《食货五十·船（战船附）之三二》，《宋会要辑稿》六，第 5672～5673 页。

④ 《武经总要》前集卷十一《战船》，《武经总要》前集卷十一，第 10 页。

⑤ 《宣和奉使高丽图经》卷三十四《客舟》，第 117 页。



2．多桅张帆

多桅张帆是为了扩大对风力的利用，提高战船的航速和机动性。宋元时期所建造的大型海战船，船上都竖有多根桅杆，少者三四桅，最多达 12 桅。桅多则张帆多，利用的风力大。北宋出使高丽的客船，大桅高 10 丈，头桅高 8 丈，顺风时张帆 50 幅，风稍偏时则用利篷，如鸟翼左右张开，利用风势。桅端设有三角形定风旗，利用旗的飘扬方向，便可确定风向①。宋元时期的船帆，为了多面受风，故增加风帆的数量。据《宣和奉使高丽图经》称："风行八面，唯当头不可行。"②也就是说除了迎面而来的正顶风外，其他方向的风，都可用调整风帆张角的方法，利用风力推船航行。这就是"船行八面风"的航行技术。

3．轮形桨的推广

普遍推广车轮船，是为了采用半机械式的轮形桨击水方法增强推进力，提高航速和机动性。从前述两宋所造车船的轮形桨数，已从二轮、四轮，一直增加到 32 轮，在当时的世界上是绝无仅有的。

四、其他船具的改进

其他船具的改进甚多，主要有下列几种。

1．平衡舵与升降舵的使用

同海运船与内河航运船一样，宋元时期的战船大多已使用平衡舵，以控制战船的航向。这种舵比一般舵的改进之处，在于把一部分舵面安于舵柱之前，缩短了船舵压力中心对舵轴的距离，减小了转舵的力矩，运用灵活，便于操作。同时，还把舵面制成横阔竖短的扁阔形状，增大舵面在水中的面积，提高舵控制航向的能力。《武经总要・战船》中所绘制的走舸、斗舰、楼舡和海鹘船，在尾部都安有这种舵，虽说其图绘古朴，但也可近似真实地看出当时这种舵的安置状况，以及掌舵士兵操舵的生动情景。

除采用平衡舵外，当时还使用一种升降舵，泉州湾出土的海船已使用了这种舵[86]。战船上安装这种舵后，当船在深水中航行时，便将舵身下降，以提高战船的航速和抗漂移的能力。当战船在浅水中航行时，则将舵身上升，以免被水底碰坏。

还有一种巧妙的开孔舵，其舵面上开有许多小孔，既可减少转舵之阻力，又因水面张力的作用而不影响舵的效用。

2．锚的改进

随着大型战船的不断建造，船锚也不断地增大，宋元时期的船舶多已使用铁锚，大型船锚重达 500 斤。这种船锚已很难用人力升降。为了解决大型锚的升降问题，当时的造船者便在船上设置绞车装置，进行起锚和抛锚的作业。这种绞车通常是用绞床将其固定在甲板上，并配有绞卷缆索用的轮子。徐兢在《宣和奉使高丽图经》中，记载了这种绞车装置：

船首两颊柱，中有车轮，上绾藤索，其大如椽，长五百尺，下垂矴石

① 《宣和奉使高丽图经》卷三十四《客舟》，第 117 页。

② 《宣和奉使高丽图经》卷三十四《客舟》，第 117 页。



(即石锚),石两旁夹以二木杓,船未入洋,近山抛锚,则放矴石著水底,如维缆之属,舟乃不行。若风涛紧急,则加游矴,其用如大矴,而在其两旁。遇行,则卷其轮而收之①。

北宋创造的这种用绞车装置升降锚的技术,应用在南宋的大型战船上,当是顺理成章之事。元朝大型海船也使用云车绞动绳缆,升降船锚。

随着锚的升降装置的创造,锚体的构造也有较大的改进。宋代以前的锚,锚齿都排列于一侧,其不足之处在于投放的准确度难以把握,若投放不准,锚齿便不能钩抓于水底的泥沙中,造成使用上的不便。北宋时的船锚设计者,便将铁锚齿按圆周四向均匀伸出,如车轮之辐条。这种锚被投入水底后,必有两齿钩抓于泥沙之中,达到固定船身的作用。

3. 采用披水板增加战船航行的稳定性

在船舶两舷侧安置披水板以提高其航行稳定性的技术创始于唐代,宋朝加以改进后,推广使用于战船上。披水板安于船舷的外侧,遇有斜风吹来时,将下风一侧的披水板放下,便可削弱斜侧风施加于船身的横向推力,减少船身的横向漂流和偏移,提高船的稳定性。北宋末年出使高丽的客船,在两舷侧"缚大竹为橐以拒浪"② 中的竹橐,就是一种类似披水板的装置。《武经总要》中所载海鹘船两舷侧的浮板,也是一种披水板的装置,其"形如鹘翼翅,助其船,虽风涛怒涨,而无侧倾"之危。海鹘船虽创制于唐代,但却是宋朝水军广为使用的一种战船。这说明我国古代战船,最迟在庆历四年(1044 年)就已经普遍采用披水板装置,提高其航行和作战的稳定性了。披水板又称翼板,与后世船舶舭龙骨的作用相似。

五、战船建造工程技术方面的创造

与战船建造有关的工程技术,在宋元时期多有创造,主要有下列几个方面。

1. 船坞的创造

我国北宋时期就已经建成船坞式工程,对战船进行建造和维修。据科学家沈括说,熙宁年间(1068—1077 年),北宋朝廷要在开封的金明池,维修一艘长 20 多丈大型龙舟的水下部分,但苦于难以施工。宦官黄怀信提出了创造性的建议,这一难题顿然解决。

黄怀信建议,先按龙舟的尺寸,在金明池北岸挖出一个大水渠,渠内竖立大木柱,上架横梁,而后将水渠与金明池凿通,让池水流入渠内,待两者的水面平齐后,便将龙舟引入渠内,顺势架于梁上,再堵住池和渠之间的通道,将渠内之水车出,龙舟便坐落于横梁上,工匠即可施工,进行修船。船修完后,再如前法,放水入渠,然后龙舟引出金明池③。这种筑渠修船的方式,实为现代在船坞内修造船舶的先导,它比公元 1495 年英国在朴次茅斯建造的西方第一个船坞,要早 400 多年。这一尝试的成功,使造船务成为世界上最早采用类似船坞设备的战船建

① 《宣和奉使高丽图经》卷三十四《客舟》,第 117 页。

② 《宣和奉使高丽图经》卷三十四《客舟》,第 117 页。

③ 《梦溪笔谈》卷二《权智》,第 359 页。其文称:"于金明池北凿大澳,可容龙船,其下置柱,以大木梁其上,乃决水入澳,引船当梁上,即车出澳中水,船乃笐(kánɡ,木架子)于空中。完补讫,复以水浮船,撤去梁柱,以大屋蒙之,遂为藏船之室,永无暴露之患。"



造场。

据《续资治通鉴》记载，黄怀信虽为宦官，但对水利机械多有研究和创造。北宋熙宁六年（1073 年）四月，在宰相王安石的支持下，曾与精通机械制造的李公义合作，改进了疏浚河道的“铁龙爪扬泥车”，得到了推广①。

2. 滑道下水法的创造

此法为金朝彰德军节度使张仲彦所创。张仲彦于金正隆年间（1156—1161 年）奉命督造战船，以供金军在黄河上架设浮桥之用。当巨型战船造成要下水时，有人便要征发附近郡民拖船下水。而张仲彦只召几十个民工，在新船的两旁用粗长的木料制成简易的滑道，并在地上密铺稻草屑，而后在秋天霜冻地滑的凌晨，将战船从高处顺滑道滑至黄河中，顺利地完成了新造战船的下水任务②。

3. 渠池泊船法的创造

此法为北宋太宗时盐铁使张平所创。雍熙四年（987 年）四月，张平在阳平管理木务和造船之事。按以往的习惯，船舶造成之后，便用绳索扣系在河边。但因水流湍急，常将船舶漂走造成损失。为此规定，每造成一艘船，便派三户民工看守，占用了很多人力。张平为了改变这种状况，便在河岸内凿一大池并引水池中，将造成的船一并泊于池内，从此再无船舶漂失之患，节省了大量看守船舶的劳力，受到了民工的称赞③。

六、指南针用于舟师导航

指南针是我国的四大发明之一，它的发明经历了一个较长的历史过程。由于北宋科学技术的发展，军事技术人员首先创制成用于陆战中指示方向的指南鱼，而后又将指南针用于舟师导航。

军事技术人员制造和使用指南鱼的方法，最早见于北宋庆历四年（1044 年）刊行的《武经总要·向导》中。其文称，如果军队在作战中遇到浓雾或夜暗不能辨别方向时，便可使用指南鱼。其制法是先用一块薄铁片，将其剪裁成长 2 寸、阔 5 分，首尾如鱼形的铁鱼片，而后再将其加工处理。其法是：

> （将铁鱼片）置炭火中烧之，候通赤，以铁钤钤鱼首出火，以尾正对子位，蘸水盆中，没尾数分则止，以密器收之。用时置水碗于无风处，并放鱼在水面，令浮其首，当南向午也。

沿海舟师大约在北宋元符二年至崇宁元年（1099—1102）间最早开始使用指南针导航。据朱彧在《萍州可谈》卷二中称：

> 舟师识地理，夜则观星，昼则观日，阴晦则观指南针④。

北宋宣和五年（1123 年），出使高丽的船队也使用了指南针，夜间“惟视星斗前迈，若晦冥，则用指南浮针，已揆南北”。由此可见，此时的指南针已普遍用于航海了。从北宋军队在 1044 年使用较简单的指南鱼在陆地辨别方向，到 1099—

① 《续资治通鉴》卷六九《宋纪六十九》，神宗熙宁六年四月，《续资治通鉴》，第 358 页。

② 《金史》卷七九《张仲彦传》，《金史》六，第 1790 页。

③ 《续资治通鉴》卷十三《宋纪十三》，太宗雍熙四年四月丁酉，《续资治通鉴》，第 65 页。

④ 《萍州可谈》此书为朱彧所著。朱彧系徽宗时集贤殿修撰朱服之子，朱服于 1099—1102 年在广州为官。书中的这段引文系朱彧对朱服在广州为官期间见闻的追记。



1102年朱服在广州为官时，指南针被用作舟师导航，其间最多只有78年。又从指南针用作舟师导航，到用作大型船队航行的装备仪器，其间最多也只有22年，在世界上是独一无二的。公元12世纪以后，指南针先后传入阿拉伯地区和欧洲国家，它同火药的西传具有同样重大的历史意义。

七、战船装备的改善

宋元时期战船兵器的改善，既有冷兵器的多样配套，又突出地表现在初级火器的使用。当时战船上装备的冷兵器，既有抛石机、拍杆、重型弩等重型摧毁性兵器，又有单兵手持的各种兵器、火攻器具，还有韩世忠临阵创制的铁绠带钩式钩沉兵器。从采石之战、陈家岛之战和张顺、张贵援襄阳之战中，可知当时水军战船上使用的初级火器有火毬、火药箭、火枪等①。上述火器与冷兵器的配合使用，可在远、中、近距离上，充分发挥摧毁敌军战船和杀伤敌军官兵的作用，夺取水战的胜利。

第四节　军事工程在水战中的运用

军事工程在水战中的运用，主要包括双方在水战中战船的使用、阵形的部署、兵器的使用、设障和破障、水上浮桥的搭建等方面。水战的进程和结果，能充分显示对这些技术运用的得失。

一、宋灭南唐之战中浮桥的搭架

宋灭南唐之战，是宋太祖赵匡胤统一战争中的一次重要战役，发生于北宋开宝七年（974年）至八年之间。赵匡胤的意图是以多路进攻，水陆协同，占领江宁（今南京），灭亡南唐后主李煜的政权。为了达到这一战役目的，赵匡胤在战前作了充分的准备和周密的部署。

1．建造搭架浮桥的战船

开宝七年七月，赵匡胤在筹划进攻南唐之策时，听取了江南人樊若水在采石（今安徽马鞍山市西南）搭架浮桥的陈述。樊若水自称在采石江面钓鱼时，曾经用小舫（两船相并为舫）载丝绳，一端维系于南岸，而后迅速划桨至北岸，如此往返数十次，测得江面宽度，再以此宽度确定建造战船的数量，以便在江面上联船为浮桥，可使宋军从江之北岸到达南岸。赵匡胤采纳了樊若水的建议，封他为赞善大夫，派八作使郝守濬送樊若水和工匠到荆湖，建造大舰及黄、黑龙船数千艘②。

2．作战部署

北宋开宝七年（974年）九月，赵匡胤发兵数十万，战船数千艘，联合吴越，进攻南唐。命曹彬为昇州西南面行营马步军战棹都部署、潘美为都监，率水步军100 000自江陵（今属湖北）沿江向东进攻；命吴越王钱俶为昇州东南面行营招抚

---

① 前文所说的“海战船”上装备的“箭格、铁撞、石砲、石弹、火砲、火箭”，也充分反映了当时海战船上火器与冷兵器搭配使用的状况。

② 《续资治通鉴》卷八《宋纪八》，开宝七年七月庚申，《续资治通鉴》，第36页。



制置使，统军数万自杭州北上助攻江宁；命宋将丁德裕为先锋并监其军；命黄州（今湖北黄冈）刺史王明为池州（今安徽贵池）至岳州（今湖南岳阳）江路巡检战棹都部署，牵制湖口（今属江西）东西地区的南唐军，保障主力东进；京师水军自汴水而下，取道扬州入长江，会合吴越军攻取镇江，而后进攻江宁。

3. 过江浮桥的搭架成功

开宝七年十月十八日，曹彬所部沿江北岸东下，八作使郝守濬率领丁匠及预作浮桥用的战船并载运大竹絙继进[①]。屯于湖口（今江西湖口）的100 000南唐兵没有识破宋军的行动，以为是例行巡江，未予阻击，宋军得以顺利通过。二十五日，曹部突然渡江，袭占峡口寨（今安徽贵池西），轻取池州。郝守濬令工匠于石牌镇（今怀宁），按采石江面宽度试搭浮桥成功。之后，曹部沿江东下，所战克捷，于闰十一月二十三日夺占采石，郝守濬率所部于三日内在采石江面架起浮桥，保障后续部队过江。李煜闻讯，误认为江宽水急，浮桥必不能架成，故掉以轻心，使宋军渡江成功。开宝八年（975年）正月，宋军击败据秦淮河而守的100 000南唐军后，直逼江宁城下，将其包围。

4. 灭亡南唐

江宁被围后，南唐主李煜急调神卫军都虞侯朱令赟（yūn）率湖口100 000守军东援江宁，又命侍卫都虞侯刘澄率部去镇江加强江宁东侧的防御。刘澄至镇江不久便惧战降宋。朱令赟部因受宋将王明所部牵制，迟至十月才得以东下。十月十九日，朱令赟率援军号150 000，分乘巨舰、大筏顺流而东，意欲烧毁采石浮桥，解江宁之围。赵匡胤闻讯后，密令屯于独树口（今安徽安庆附近）的王明所部，在沙州多竖长木，如桅墙林立。朱令赟疑为伏兵，便于二十一日进入皖口（今安庆西），遭伏击后即纵火猛攻宋军，因风向突变，反被火烧溃。宋军乘势猛攻，朱令赟之余部被歼，并于十一月二十七日攻破江宁。李煜出降，南唐灭亡。

此战，宋军在采石江面搭架的浮桥，是中国古代军事技术上的创举，为宋军主力迅速渡过长江天险创造了条件。朱令赟以大船、巨筏顺流东下，意欲撞毁和焚烧宋军的浮桥，也不失为军事工程技术的一种有效举措。遗憾的是他没有识破宋军的疑兵之计，未能成功。赵匡胤对水军技术的周密准备与准确运用，同李煜对水军技术的愚昧无知与错误措置，形成了强烈的对比。

二、宋金黄天荡之战中对军事工程的巧用

南宋建炎四年（1130年）正月，宋高宗赵构在金军追击下，退避于温州、台州（今浙江临海）濒陆海区达三四个月之久。金将完颜宗弼所部在袭破明州（今浙江宁波）后，即由明州航海200余里，追击高宗，深入江南地区。在当地军民打击下，金军无法在江南继续作战，便准备经吴江和平江（今江苏苏州）向镇江撤退。其时，宋将浙西制置使韩世忠正率部镇守镇江府。为截击金军北逃，韩世忠一面调整海上驻军的部署，筹备海船，操练水军，待机截击金军归师。一面又亲至秀州（今浙江嘉兴）过上元节，张灯结彩，歌舞欢庆，以麻痹金军，同时乘金军不备，亲率水军8 000人、战船百余艘疾趋镇江。二月十三日，完颜宗弼获悉

① 《续资治通鉴》卷八《宋纪八》，开宝七年闰十月己酉，《续资治通鉴》，第37页。



这一消息，恐归路被断，也急率所部沿运河北上，意欲从镇江渡江北归。

三月十五日，完颜宗弼引军抵达镇江。韩世忠已先机控制金山、焦山等有利地形，封锁渡口，以破船堵塞运河入江之处，断金军归路。之后，宋金双方水军在金山脚下展开激战。作战中，韩世忠指挥各军将士奋力作战，其妻梁红玉擂鼓相助，宋军大胜，俘获甚众，擒得完颜宗弼之婿龙虎大王。完颜宗弼十分惊恐，向宋军表示，愿归还所有的抢劫财物，只求网开一面，假道镇江，沿运河北撤，被韩世忠拒绝。完颜宗弼被迫下令金军从镇江沿长江南岸逆流而上。

韩世忠指挥宋朝水军驾驶蒙冲大舰，沿长江北岸，对金军实施平行追击。金军被阻于南京东北之死水港黄天荡。完颜宗弼问明当地乡民情况后，一夜间挖通30多里老鹳河故道，遂通入秦淮河，绕道上流，引兵向建康（今江苏南京），遭岳飞所部打击，又于四月率军回黄天荡，企图渡江。韩世忠指挥水军继续拦截金军，以海船撞击金船，并以铁链贯以大钩，由身强力壮的士兵操持，用以钩沉金军战船。完颜宗弼无计可施，向军中征询计策。有福建人王某献计说，宋军船大，无风不能机动。金军船小，便于机动，同时增加桨数，多备火箭，待风平浪静之时，全力划船突围，并以火箭齐射宋军海船，可突围过江。一日，天霁风止，完颜宗弼以小舟出江，韩世忠欲挥船追击，但海船无风不动，又被金军火箭射中，船上火起，烟焰蔽天，韩世忠军大败，金军乘机渡江，屯兵于六合县。

黄天荡一战，韩世忠能够正确判断敌情，先机占据有利阵位，依托长江天险，利用大型战船的优势，创造适用的水战兵器和战法，以8 000人抗击金军100 000之众，围困金军达48天之久①。完颜宗弼因势用兵，适时改造舟楫，疏通河道，冲出困境，并利用天候气象和小型战船便于机动，宋军大船无风难以运动的特点，实施火攻，于绝处中找出生路，终于突围北归。可见黄天荡之战中的双方统帅，不仅善于决智斗勇，而且善于斗技，在巧用军事工程技术上，能以己之长击敌之短，化己之劣而为击敌之优，演出了扬长避短，克敌制胜的精彩一幕。

三、宋金陈家岛水战中火药箭与火砲的使用

南宋绍兴三十一年（1161年）八月，金军统帅完颜亮统兵600 000（一说400 000）分四路大举攻宋。海路由工部尚书苏保衡与浙东道副统制完颜郑家，率水师从山东半岛出发，浮海南下，直趋南宋都城临安（今浙江杭州），军行至胶州湾陈家岛（一说唐岛，今山东灵山卫附近）水域附近时，遇风锚泊。宋将浙西路马步军副总管李宝，已奉命率水军3 000人，乘战船120艘，先于完颜郑家到达胶州湾的石臼岛附近锚泊。两岛仅一山之隔，相距只30里，李宝于此待机截击南犯金军。当金军士兵向完颜郑家报告已发现宋军战船时，因完颜郑家不懂海路舟楫，不信士兵的报告，故没有采取防范措施。

李宝得知金军水师至陈家岛的消息后，即指挥水军乘顺风，开赴陈家岛，向金军战船发射火药箭，抛掷火砲。箭中船只后，烟焰旋起。火砲所击，烈火腾飞，金军战船多化为灰烬。最后，李宝又命壮士跃登残存的金军战船，全歼金军。金军主将完颜郑家丧命。此战在《宋史·李宝传》和《金史·完颜郑家传》中都有

① 《宋史》卷三六四《韩世忠传》，《宋史》三二，第11360～11361页。



记载，但具体内容稍有不同：

（前者说宋军用）火箭环射，箭所中，烟焰旋起，延烧数百艘①。

（后者称宋军）以火砲掷之，郑家顾见左右舟中皆火发，度不得脱，赴水死②。

可见，两者说宋军以火器取胜是一致的。这些记载表明，宋军在陈家岛附近水域进行的水战中，已能在近海作战的水军船队中，使用数量较多、燃烧较猛烈的火药箭与火砲，取得水战的胜利，为水战中运用火器同冷兵器相结合的战术，提供了最初的经验。这是水军技术和战术进入新的发展阶段的重要标志，也粉碎了完颜亮企图一举吞并南宋的战略计划。陈家岛水战也说明，通晓水军技术的将领是取得胜利的关键，先进的战船及其武器装备，则是取胜的基础。将领不谙水军技术是导致失败的重要原因。

四、宋金采石水战中海鳍船与霹雳砲的使用

就在李宝于陈家岛水域战胜金军水师后的三个月，金将完颜亮自率一路水师抵达采石，企图强行渡江，而后进攻建康（今南京）。其时，采石宋军仅有18 000人，而且主帅易人，失去指挥。恰好宋廷派江淮军参谋军事虞允文至采石犒师。虞允文见此状况，即挺身而出，组织宋军抗敌。虞允文命诸将列大阵不动，并将戈船分为五部分：其二延东西岸布置；其一驻中流，藏精兵待战；其二藏小港备不测。部署完毕后，虞允文又勉励将士为国尽忠，誓死拼战。作战开始，亮亲操小红旗，挥数百艘战船绝江而来。瞬息之间，金军船抵南岸者70艘，直薄宋军。中流宋军乘金军70艘战船远离本队，失去策应之机，即以车轮式海鳍船冲击金军战船③。同时，船上发霹雳砲，砲中藏石灰，砲破灰出，烟雾四散飞扬，迷茫金军的眼睛，金军士兵纷纷溺水而死。宋军取得了采石之战的胜利。不久，金兵发生内乱，完颜亮被杀身亡，南进企图失败，南宋政权得以延续100多年。采石之战，宋军以车轮船和内装火药的霹雳砲取得了胜利，在水军军事技术的进步上，与陈家岛水战具有同等重要的意义。

五、宋元襄樊之战中对军事工程设施的综合运用

元至元五年至十年（1268—1273年），元宋双方在襄阳与樊城（今湖北襄樊）进行了一场持久的城市攻防战。作战中，双方综合运用了各种军事工程技术。

至元五年（1268年），元世祖忽必烈命都元帅阿术和刘整，率领蒙军进围南宋的军事重镇襄阳与樊城，以实现其自襄樊浮汉入江，直趋南宋都城临安（今杭州），灭亡南宋的战略目标。蒙古军针对襄樊城坚池深，设防严密，难以速攻的情况，便采取四面筑垒，长围久困，隔绝外援，待机破城的作战方针。

1. 包围与抗包围中军事工程技术的运用

蒙古军按照长围久困的作战方针，阿术与刘整于至元五年九月，率部至襄樊前线，在鹿门山（今襄樊东南30里）与白河口（今襄樊南白河入汉水处）建筑城

① 《宋史》卷三七〇《李宝传》，《宋史》三三，第11500～11511页。

② 《金史》卷六五《完颜郑家传》，《金史》五，第1553～1554页。

③ 《宋史》卷三八三《虞允文传》，《宋史》三四，第11792～11793页。

堡，对襄樊东南实施包围①。继而又采取边攻边加强包围的方法，由枢密副使史天泽于至元六年正月，在襄樊外围增筑“长围，起万丈，包百丈山”，并“筑岘山、虎头山为一字城”②。对襄樊西北实施包围，使其南北不相通。最后又于至元六年底至七年三月，依次“筑新城于汉水西”③（与鹿门山城堡夹汉水遥相对应，钳制汉水通道），在万山（今襄樊西北10里）、灌子滩（今襄樊南30里）汉水中流立栅，“筑实心台，上置弩砲，下为石屯五”④，切断宋军沿汉水增援襄樊的通道。与此同时，又增造战船5 000艘，编水军70 000⑤，以加强从水路进攻襄樊的能力。至此，蒙军对襄樊的包围越来越紧缩，攻城兵力也越来越强。

宋军襄樊守将吕文焕，为保证襄阳与樊城之间的联系，也在经过其间的汉水中植大木，“锁以铁组，上造浮桥，以通援兵”⑥，于是襄樊城的守备能力得到一定程度的加强。吕文焕虽曾多次率兵出城反击，试图打破蒙军的包围，但都损兵折将，不敌而还。

2. 增援与阻击中军事工程技术的运用

蒙古军围襄樊期间，正值权相贾似道把持南宋朝政，因其昏庸腐败，怯战求和，虽曾派兵增援解围，但始终没有改变襄樊被围的困局。

南宋咸淳五年（1269年）三月，即在阿术、刘整与史天泽在襄樊筑长围后不久，南宋将领荆（《续资治通鉴》作京，似误）湖都统制张世杰率马步舟师援襄樊，与蒙古军战于赤滩浦（今襄樊东南汉江上）被击败⑦。五年七月，南宋沿江制置副使夏贵，率水军50 000，拥战船2 000艘，乘秋雨水涨，送粮援襄樊，在虎尾州被蒙军击败，折官兵2 000余人，损战船50艘⑧。

南宋咸淳六年二月，吕文焕为摆脱困境，曾命步骑兵15 000人，战船百余艘，突击万山堡，被蒙军万户张弘范所部击败⑨。元至元七年（1270年）九月，南宋殿副都指挥使范文虎（贾似道之婿）拥战船2 000艘增援襄樊，在灌子滩被蒙军打败，损折千余人、毁失战船30艘，范文虎乘轻舟逃遁⑩。八年四月和六月，范文

---

① 《续资治通鉴》卷一七八《宋纪一百七十八》，度宗咸淳四年（元至元五年）九月，《续资治通鉴》，第1002页。

② 《续资治通鉴》卷一七九《宋纪一百七十九》，度宗咸淳五年正月甲戌，《续资治通鉴》，第1003页。

③ 《续资治通鉴》卷一七九《宋纪一百七十九》，度宗咸淳五年十一月庚午，《续资治通鉴》，第1004页。

④ 《元史》卷一六一《刘整传》，《元史》十二，第3787页。

⑤ 《元史》卷一六一《刘整传》，《元史》十二，第3787页。

⑥ 《续资治通鉴》卷一八〇《宋纪一百八十》，度宗咸淳九年正月乙丑，《续资治通鉴》，第1009页。

⑦ 《续资治通鉴》卷一七九《宋纪一百七十九》，度宗咸淳五年三月辛酉，《续资治通鉴》，第1003页。

⑧ 《续资治通鉴》卷一七九《宋纪一百七十九》，度宗咸淳五年七月癸酉，《续资治通鉴》，第1004页。

⑨ 《续资治通鉴》卷一七九《宋纪一百七十九》，度宗咸淳六年二月乙未，《续资治通鉴》，第1005页。

⑩ 《元史》卷七《本纪第七・世祖四》，至元七年九月丙寅，《元史》一，第131页。



虎又两次率部增援襄樊，先后在湍滩（今宜城东南）与鹿门山被蒙军击败①。

元至元九年三月，元军攻破樊城外城并增筑城围，收缩包围圈，宋军退守城内。南宋荆湖制置大使李庭芝，派人到襄樊西北清泥河上游之均州（今丹江市口）境内，造轻舟百艘，募死士3 000人，由民兵将领张顺、张贵率领，乘五月汉水暴涨之际，以三舟联为一舫，顺流而下，往援襄樊。船上“置火枪、火砲、炽炭、巨斧、劲弩”②，由张顺率先，张贵断后，于二十四日夜，冲破蒙军拦阻，急驶120里，张顺战死，张贵率部突入襄阳城内，完成了支援襄阳的任务。元至元九年九月，张贵在潜出襄阳率军接应来援宋军时，因机密泄露及范文虎失约，在龙尾州遭元军截后被俘遇害，所部被歼③。

3．元军在军事工程技术上的创造

元至元十年正月，元军采取先樊城后襄阳之策，开始猛攻樊城。攻城时，采用“断锁毁木”之法，断宋军之拦江铁锁，毁宋军之江中木桩，破除吕文焕所建造的浮桥，切断襄阳与樊城之间的联系。以新创制的“襄阳砲”猛击城垣，毁其楼橹。刘整督战船径驶城北，命士兵登岸，竖云梯强行登上柜子城。平章阿里海牙挥军焚城栅，毁角楼，打开缺口，攻入城内。管军总管史弼等人从东北破城而入，南宋荆湖路统制范天顺自缢身死④，其部将侍卫马军司统制牛富，率死士百人进行巷战，身负重伤后投火身死⑤。樊城陷落，襄阳如齿失唇。元军一面以襄阳砲猛击襄阳城垣，一面喊话招降。二月，吕文焕见大势已去，遂献城请降⑥。

元宋襄阳之战历时五年，是中国古代少有的坚城攻防持久战。作战中，围城与抗围城，攻城与守城，筑垒与破垒，设障与破障，襄阳砲的创制，陆上兵器的交锋，水上战船的对阵与火器的使用等，都比较全面地反映了宋末元初军事技术的发展概况，具有火器与冷兵器并用的时代特色。

六、宋元焦山之战中军事工程技术的运用

焦山（今江苏镇江东）水战是宋末元初的一次大规模水战，发生于元至元十二年（南宋德祐元年，1275年）七月。战前，南宋都统制张世杰率舟师至金山（今镇江市区西），并约定殿帅张彦自常州率军趋京口（今镇江丹徒镇），扬州两淮安抚制置使李庭芝领兵出瓜州（今扬州南）配合作战，意欲阻击元军，使元军不能沿江东下，以保南宋都城临安（今浙江杭州）。不料李庭芝所部未如约赶至，张士杰只率孤军迎战。

七月初一日，张士杰集焦山水军战船号万艘，以每10船结为一方阵，“碇江中流……毋得发碇，示以必死”⑦。元朝水军由荆湖行省平章政事阿术督阵，其自统之战船驻泊于瓜州北岸，右丞阿塔海、参知政事董文炳集行院诸翼万户兵船于

---

① 《续资治通鉴》卷一七九《宋纪一百七十九》，度宗咸淳七年四月戊午、六月己酉，《续资治通鉴》，第1006～1007页。

② 《宋史》卷四五〇《张顺传》，《宋史》三八，第13248页。

③ 《宋史》卷四五〇《张顺传》，《宋史》三八，第13249页。

④ 《宋史》卷四五〇《范天顺、牛富传》，《宋史》三八，第13249页。

⑤ 《宋史》卷四五〇《范天顺、牛富传》，《宋史》三八，第13250页。

⑥ 《续资治通鉴》卷一八〇《宋纪一百八十》，度宗咸淳九年二月庚戌，《续资治通鉴》，第1009页。

⑦ 《续资治通鉴》卷一八一《宋纪一百八十一》，德祐元年七月辛未，《续资治通鉴》，第1018页。



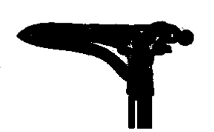
西津渡。临战前，阿术率诸将登石公山（今镇江东北象山）观察，见宋军战船密集，均以铁锁相连，不利机动。阿术便决定实施水陆夹击，以火攻焚烧宋军战船的战法，突破宋军的水阵①。遂命水军万户张弘范率兵1 000人，乘战船西攻珠金沙（今镇江西北），扫清上游江路。七月初二，阿术居中督战，命万户怀都率步骑兵布阵江岸，防宋军登岸袭击；万户刘琛率军循江南至夹滩，绕至宋军水阵阵后，断其退路；董文炳率水师自焦山南麓攻宋军右翼；招讨使刘国杰攻宋军左翼；万户忽剌出攻宋军正面；又命张弘范自上游顺风急进，循焦山北麓进攻宋军②。作战开始后，元军战船小巧灵便，利于机动，纵横快疾，以火箭齐射宋军战船篷帆。宋军战船既大，又以铁锁相连，难以行动，中火箭后，大火连环焚烧，篷帆具焚。激战半日，宋军前阵被烧死溺死者甚众，后阵见势不妙，便争相逃遁，溃不成军。阿术乘势挥军追击至圌山（今江苏丹徒东北），获宋军“黄鹄白鹞船数百艘”③（《续资治通鉴》卷一百八十一记为700余艘）。

焦山水战，宋军战船虽多，但因各路统兵将领不能如约协同作战，张士杰临阵孤军迎敌，部署不周，指挥失当，采用兵家忌讳的锁船连环的水阵，结果被元军一炬而船焚人亡，使南宋江防彻底崩溃，临安处于险境。相反，元军统帅阿术却部署周密，指挥得当，善于运用水军技术，扬己之长，攻敌之短，适时抓住宋军火船连环的拙劣阵势，乘机采用火攻，以便于机动的轻型战船纵横突击，不但取得了焦山之战的胜利，而且掌握了攻取临安，灭亡南宋的战略主动权。

① 《续资治通鉴》卷一八一《宋纪一百八十一》，德祐元年七月辛未，《续资治通鉴》，第1018页。

② 《元史》卷八《本纪第八・世祖五》，《元史》一，第168页。

③ 《元史》卷八《本纪第八・世祖五》，《元史》一，第168页。



第六章
军事技术论著及军事技术思想

宋元时期的军事技术和军事工程人员，以及统兵将领，不但在军事斗争的实践中创制了各种兵器、战车、战船，建筑了许多著名的城池和其他各种军事工程，而且还著书立说，论述了军事技术和军事工程的诸多问题，其中主要有《武经总要》、《守城录》、《翠微北征录》等著名的军事技术专著与兵书。此外，其他典籍也有不少类似的论述。许多著名的政治家、军事家和科学家，对此也不乏精辟的见解。所有这些都集中反映了当时的军事技术思想。

第一节　《武经总要》及其所反映的军事技术思想

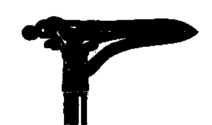
《武经总要》是宋代官修御定的第一部军事百科全书，书中包容了丰富的军事技术和军事工程方面的内容。由曾公亮和丁度等人编撰而成（照片5）。

一、作者与版本

曾公亮，字明仲，泉州（今属福建）人。北宋咸平二年（999年）生，天圣年间（1023—1032年）进士。初会知稽县，因治理镜湖水患有方，民受其利，深得人心。庆历三年（1043年）他在集贤校理任上，负责编撰《武经总要》之事。庆历七年，他任天章阁待制、知制诰兼史馆修撰，不久为翰林学士、判三班院。之后，又以端明学士身份知郑州事，政绩甚佳，民有夜不闭户之安。在知开封府事后，被擢升为给事中、参知政事。嘉祐六年（1061年），升吏部侍郎、同中书门下平章事、集贤殿大学士。仁宗末年（1063年），他与宰相韩琦共议建储事。在契丹人侵扰界河时，曾公亮力主禁除，消除了边害。英宗即位后，加中书侍郎，并先后兼任礼部尚书、户部尚书。神宗即位后，又加门下侍郎兼吏部尚书。熙宁二年（1069年），进昭文馆大学士，受封鲁国公，并因年迈避位。熙宁三年九月，拜司空兼侍中、河阳三城节度使、集禧观使，于治军多有贡献。后又以太保致仕。致仁前，曾荐王安石为相。元丰元年（1078年）卒。宋神宗赠以太师、中书令、谥号“宣清”，配享英宗庙庭，并御篆其碑首“两朝顾命定策亚勋之碑”①。曾公亮一生知文通武，为北宋的安定作出了贡献。《武经总要》是他留给后人的宝贵财富。

丁度，字公雅。其先恩州清河（今河北清河）人，后徙居详符（今河南开封）。北宋淳化元年（990年）生，少好学。仁宗时，上《备边要览》十策，官至端殿学士、知审刑院。后又擢升工部侍郎、枢密副使，曾上《庆历兵录》5卷、《赡边录》1卷，陈述了精辟的备边见解，不久升参知政事，后又改观文殿学士，再迁尚书左丞。皇祐五年（1053年）卒。宋仁宗赠以吏部尚书，谥号“文简”。

① 《宋史》卷三一二《曾公亮传》，《宋史》二九，第10234页。



著有《迩英圣览》10卷、《龟鉴精义》3卷、《编年总录》8卷。奉诏与曾公亮等人编纂成《武经总要》①。

《武经总要》分为前后两集，各20卷。前集包括各种军事制度15卷、边防5卷；后集包括历史故事15卷、阴阳占候5卷。据宋仁宗在该书“皇帝御制序”中称：全书由工部侍郎、参知政事丁度，总领书局，负责全书编纂的领导工作。由天章阁待制曾公亮完成编定任务，并说“公亮等编削之效，寝踰再闰，沉深之学，莫匪素蕴”②。

《武经总要》自北宋康定元年（1040年）开始编纂，至庆历四年（1044年，一说庆历七年）经宋仁宗钦定后首次刊行。南宋绍定四年（1231年）曾经重刻。但这两种宋刊本迄今未见。现存较早的版本是明弘治、正德年间（1488—1521年）据南宋绍定本重刻本。1959年，中华书局曾据此本前集影印出版。此外，明弘治十七年（1504年）李赞刻本、明嘉靖（1522—1566年）刻本、明万历金陵书林唐富春刻本、明刻本、明万历三十六年（1608年）庄重抄本等，都属于善本。在现存的版本中，以《四库全书本》为底本的影印本最差，书中多有缺页，妄事连缀，擅改原书中的“北虏”、“匈奴”等文字，而且抄写错误、插图失真者甚多。

二、主要的军事技术内容

《武经总要》中主要的军事技术内容，都集中刊载于前集十至十三卷中，它们全面而系统地介绍了军事上的“器械名数，攻取之具，守拒之用”，并绘制了相应的图形。这些文字说明和图形一起，不但形象而具体地展现了北宋初期军事技术与军事工程的各个方面，即用于水陆作战中的冷兵器及其制造与使用技术，用于攻守城池的土木工程作业、守城器械、攻城器械、战车与战船及其制造与使用技术，而且也是北宋以前各代，在军事技术与军事工程方面所获成果的缩影。更为重要的是《武经总要》还收录了我国最早配制成功的3个火药配方，以及我国最早用于战争的一批火器，并附有它们的制造与使用技术。据不完全统计，全书所收军事技术和军事工程的资料多达200余种，这些都已在前述各章作了介绍，此处不再赘述。

三、主要的军事技术思想

《武经总要》是一部综合性兵书，军事技术和军事工程是其主要组成部分，它既从改善国家武备的战略高度论述发展军事技术和军事工程的重要性和必要性，又从战术和技术相结合的实战需要，阐述各类乃至单种武器装备的制造与使用技术，以及各类军事工程的建筑和运用技术，从这些论述中，可以看出当时朝廷最高统治者和文武大臣们的军事技术思想。

1. 从改善国家武备的战略高度发展军事技术的思想

后周显德七年（960年），赵匡胤在陈桥驿（今开封北）发动兵变，夺取政权，建立宋朝后，又用了13年时间，先后攻灭了后蜀、南唐、南汉等政权，基本结束了自唐朝“安史之乱”后延续200多年的藩镇割据局面。事隔六七年之后，

① 《宋史》卷二九二《丁度传》，《宋史》二八，第9764~9765页。

② 曾公亮撰：《武经总要·仁宗皇帝御制序》，《武经总要》前集一序，第2页。



北方和西部地区边患又起，契丹人和西夏人的铁马金戈，震荡得新朝廷惶惶不安。北宋太平兴国四年（979年），宋辽之间争夺河北、河东地区的战火燃起。太平兴国七年，宋夏之间在宋西北边地又燃起烽烟。为了维护北方和西部边地的安全和国家的统一，实现赵宋政权长治久安的战略目的，北宋朝廷十分重视在文武大臣中，开展军事理论和军事技术的研究。

宋仁宗赵祯在《武经总要·仁宗皇帝御制序》中，对这一战略要旨披露得十分明白，他要求该书对“军旅之政，讨伐之事，经籍所载，史册所记，祖尚仁义，次以钤略，至若本朝戡乱，边防御侮计谋方略，咸用概举”；对“营阵法制，器械名数，攻取之具，守拒之用，并形图绘，悉以训释”。即要求文武大臣和统兵将领，不但要精通历代和本朝的用兵方略，以求在军事谋略上战胜对手，而且要熟谙军事技术和军事工程的有关问题，以求在技术和战术上超过敌方，做到“兼形势”而“用技巧”，改变统兵将帅“鲜古今之学”而又昧于军事技术和军事工程的状况。《武经总要》的编纂和刊行，正是这一战略思想的集中反映。

2．“器利而工善”的兵器制造思想

曾公亮等人认为，能工巧匠必须要有锋利而适用的工具，才能制造出精致而适用的兵器。精兵只有使用锋利的兵器，才能战胜强敌。士兵如果没有精良的兵器，那就好像赤手空拳一样不能打击敌人。如果披着的铠甲不精致坚密，那就好像赤膊袒胸一样不能保护身体。如果弓弩的射程不够远，那就好像近战兵器一样不能杀伤远距离的敌人。发射的箭镞如果钝秃不能透坚，那就好像没有箭镞射敌一样。因此，兵器是三军发挥勇猛战斗力的重要条件，制造者必须精益求精，不可丝毫苟且，否则就可能导致作战的失利。

曾公亮等人指出，兵器的制造不可泥古守旧，而要不断推陈出新，创制新型的兵器。有的兵器在过去可能是先进的，但“历代异宜，形制有异”①，在新的时代就显得落后了。因此要随着朝代的更替而发展，按照“当世兵械”② 的需要，制造形制新异的兵器。

正是在这种思想指导下，曾公亮等人广泛搜集了各种兵器资料，绘制成图，用文字说明其制造和使用之法。迄今为止，就已经发现的文献资料而言，《武经总要》所刊载的各种兵器资料，既保留了北宋以前的精华，又增加了当时的创新制品，还汲取了各少数民族所制兵器的佳品，较全面地反映了北宋时期，兵器随着社会生产力的提高而改进，随着战争需要的扩大而发展的状况。

3．军事筑城思想

守城战是宋元时期重要的作战样式，怎样建筑坚固的城池，如何依托坚城与运用守城器械，进行城池保卫战，是当时军事技术家们着重研究的课题之一。曾公亮等人以“守城之道，无恃其不来，恃吾有以待之；无恃其不攻，恃吾有所不可攻”③ 的思想为指导，提出了建筑坚固城池，完善各种城防工程的一整套举措。

① 《武经总要》前集卷十三《器图》，《武经总要》前集六卷十三，第1页。

② 《武经总要》前集卷十三《器图》，《武经总要》前集六卷十三，第1页。

③ 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第1页。



首先是要选择易守难攻的城址。城池的地理位置要能“因天时就地利，土坚水流，险阻可恃”①，否则就不能作为城址。地理位置确定后，还要选择高下适当的地势，“高不近旱而水用足，下不近水而沟防省”②。以这样的地理位置和地势建筑坚城，就能做到“守则有余”了。至于那些城外水位高于城内的地方，切不可动土筑城，即使原有的高城也要弃而不用。建筑城池要节用人力，最好选择在农闲时节，既可从容不迫，又能保证质量。只有在敌人逼近而不得已的情况下，才动用军队紧急筑城。筑城时最好要配套成龙，将城门、重门、插板、瓮城、羊马墙、护城河、吊桥，以及城上的女墙、马面、战棚、敌楼、团楼等守备设施，一次建筑成功。城墙的高度、底宽、顶宽，要根据城址所在地的地质、地理情况，按最佳的比例进行建筑，使城池的建筑用工最少而坚牢度最佳。

在山地筑城时，最好在大城所在地的附近，选择因山顺势的制高点，建筑一两座小城，使之与大城互为犄角，战时可以互相策应。大小城之间的距离如果比较远，那么就要建筑烽火台，以便在敌军来攻时，举烽烟、报军警。《武经总要》所阐述的军事筑城思想，大抵成了宋元时期筑城的依据。

4．运用攻城器械的思想

攻城器械的运用，必须因敌方城池的大小、坚固程度、守城兵力的多少和有无外援的情况，也就是曾公亮等人所说的审敌我之强弱、量彼己之众寡而定。若敌我势均力敌，但敌方可获强有力的外援，我方有腹背受敌的危险，就要多准备攻城器械，投入众多兵力，进行强攻，最好赶在敌方援兵到来之前将其占领。若我强敌弱，敌又无外援，就可以在城外构筑起围城工事，以长围久困之法，让其束手待毙。

在攻城之前，统兵将领必须先派遣间谍，探明守城兵力和粮食、器械贮备的多少。若粮多人少，则多备攻城器械，可攻而不围，强行攻取。若粮少人多，则备适量攻城器械，可围而不攻，待其自毁。围城时，攻城兵力和器械要部署于离城300步之外，使城内敌军的弓弩不能射中我军。同时要派一部分兵力，部署一部分兵器于通向城内的要道，以断敌军人马和粮草的通路，使敌方援兵无法接近被围之城。攻城时，先要夺取敌军的指挥所，擒其主将，让其失去指挥，这样就能乘势占领全城。攻城兵力不足，攻城器械不敷使用，则不可攻城。

5．运用守城器械的思想

守城器械要依托坚城进行合理部署，因敌方攻城器械数量、品种的多少而定。曾公亮等人的指导思想是，守城器械要因敌人的攻城器械而制造，做到敌有什么样的攻城器械，我必部署相应的守城器械，以摧毁敌人的攻城器械。最好能做到敌之攻城器械已尽，我之守城器械尚有余存。守城战的战法甚多，就守城技术和守城器械的运用而言，主要有下述几个方面。

首先是在城外500步内实施坚壁清野，不留一草一木。砍伐和清除一切足以遮挡视线的树木和地物。拆除桥梁、填实水井，给敌军生活制造最大限度的困难。

---

① 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第1页。
② 《武经总要》前集卷十二《守城（附器具图）》，《武经总要》前集五卷十二，第1页。



其次是加固城防，使之达到坚固、完备的程度。城内要备足粮草、兵器和守城器械，多挖水井，多备灭火器材，以备城内军民长期坚守。

其三是要对士兵进行使用守城器械的训练。当攻城敌军自远而来时，先以抛石机、床子弩、火药鞭箭射击。敌军若填塞护城壕时，则射火药鞭箭焚其壕桥。敌军欲攀城而上时，则抛滚木檑石击之，以飞炬、游火铁床、行炉等熔铁液烧灼之。扬石灰、糠麸迷其双眼。以连枷棒击其身。以锉子斧断其臂。以叉竿、撞车摧毁其冲车、云梯，以绞车、铁撞木、燕尾炬撞击和焚烧其轒辒、尖头木驴。以布幔避敌军射来之砲石。以霹雳砲杂苇草油脂放入竖井中，烧灼从地道内攻城之敌。以水囊、水袋、唧筒、湿沙扑灭焚烧城门之火具。以木女头补救被敌攻毁之城上女墙；以塞门刀车代替被攻坏之城门。以士兵伏于重墙、曲巷和陷马坑旁，击杀和捕捉突入城内之敌兵。通过训练，使士兵能熟练地使用各种守城器械的技术和战术，达到守卫坚城的目的。

曾公亮等人还提出了以攻为守，以击解围的守城思想。他认为，当城内器械已备，守御已部署周密时，指挥守城战的将领就要善于捕捉战机，充分发挥守城兵力和器械的作用，以奇兵击敌，变消极守城为积极守城。当攻城之敌初至战地立阵未稳时，可主动出击，打乱其攻城部署。当夜暮敌已熟睡时，可派一部兵力袭击其营寨。当攻城敌军进行休整时，可派一部兵力实施突然袭击。当敌军围城已久而疏于防范时，可派一部兵力实施猛攻。当得知援兵到来时，即并气积力，派精兵出击，使攻城之敌腹背受攻，并一举夺取守城战的胜利。

6. 重视运用水攻和水战技术的思想

曾公亮等人十分重视水攻和水战技术的运用。他认为，统兵将领凡是能“以水佐攻者强”。在特殊条件下，水攻可以起到其他进攻作战所起不到的作用，它可以：

> 绝敌之道，沉敌之城，漂敌之庐舍，坏敌之积聚，百万之众可为鱼①……（或使敌）缘木而居，悬釜而炊②。

这样就能使敌人失去战斗能力而战胜它。曹操引沂水和泗水灌淹下邳而活捉吕布便是一例。但是统兵将领也不可滥用水攻，只有在水源高于城墙，河床高于址基③的条件下才能运用。如果在平陆地带动用大量人力挖渠引水进行水攻，那就得不偿失了。即使是引水从高处向低洼地灌淹，也要用“水平”仪测量周围地势的高地，这样才能收到有效的作战效果而又不扩大水淹区域。

水战是滨海临江地区不可或缺的作战样式，为了取得水战的胜利，曾公亮等人要求统兵将领，必须建造大中小各型战船，编成综合性船队，“以楼船大舰为先趋”，以轻疾快速的走舸、海鹘等战船实施冲击，以钩拒、拍竿为武器，才能取得

---

① 《武经总要》前集卷十一《水攻（并图）·水战（济水附·并图）》，《武经总要》前集四卷十一，第1页。

② 《武经总要》前集卷十一《水攻（并图）·水战（济水附·并图）》，《武经总要》前集四卷十一，第1页。

③ 《武经总要》前集卷十一《水攻（并图）·水战（济水附·并图）》，《武经总要》前集四卷十一，第1页。



水战的胜利。

《武经总要》开创了中国古代兵书编纂的新体例，收录了大量的军事技术和军事工程内容，按古代作战样式的需要进行分类编排，具有比较严密的科学性和普遍的实用性，被后世的军事技术家和兵书著述家所沿袭和采用，显示了强大的生命力。

第二节　《守城录》及其所反映的军事技术思想

《守城录》是南宋初刊行的一部城邑防御专著，系陈规和汤琇所著。

一、作者与版本

陈规，字元则，密州安丘（今属山东）人，北宋熙宁五年（1072 年）生，青少年时喜读兵书，重视研究军事。成年后，兼有文韬武略。靖康末年（1126 年），陈规知安陆（今湖北安陆）令，曾经奉命率兵赴开封勤王，因途中受阻而还。其时，有一部分被战败的宋军转而为盗，围攻德安府城（今湖北安陆），危害百姓。南宋建炎元年（1127 年），陈规以通直郎知德安府，在任期间，乱军九次进犯德安，陈规率领军民“九攻九拒，应敌无穷，十万百万，靡不退却”①。在金军大举进攻时，中原州郡全部陷落，只有德安一城独存。后又改任知顺昌府（今安徽阜阳），他修缮城防，招集流亡民众，组织抗金力量，与抗金将领坚守顺昌，打退金将完颜宗弼数十万军队的多次进攻，因功升枢密院直学士。南宋绍兴十一年（1141 年），宋金议和后，改任庐州知府兼淮西安抚使。次年，病卒②。

陈规在德安、顺昌时，行军屯，立堡寨，修城防，治器械，创制长竹竿火枪，长于守城，是南宋时期著名的军事技术家。所撰《靖康朝野佥言后序》和《守城机要》一卷，沉痛总结了开封失陷的教训和他坚守德安的经验，反映了他的军事技术思想。《宋史·陈规传》中称《守城机要》为《德安守城录》。南宋乾道八年（1172 年），宋帝下诏刻印并颁行天下，令各地守城将领效法。史家称道：“自绍兴以来，文臣镇抚使有威声者，唯规而已。”③

汤琇，字君宝，浏阳（今属湖南）人。南宋淳熙十四年进士，曾任德安府学教授、国子博士、知常州、大理寺少卿等职④。所著《建炎德安守御录》上下卷⑤，追记了陈规守德安之事。

《守城录》全书4卷：卷一为陈规守顺昌时所作之《靖康朝野佥言后序》；卷二为陈规在守德安时所作之《守城机要》；卷三和卷四为汤琇任德安府教授时所作之《建炎德安守御录》上下卷。此书对后世的影响很大，被四库全书、守山阁、墨海金壶、瓶花书屋、长恩书室、半亩园、丛书集成初编等丛书所收录。《明辨斋丛书》选收了《守城机要》与《建炎德安守御录》。

---

① 《守城录》卷四《汤琇德安守御录下》，《四库兵家类丛书》二，第 727 页。

② 《宋史》卷三七七《陈规传》，《宋史》三三，第 11642～11645 页。

③ 《宋史》卷三七七《陈规传》，《宋史》三三，第 11645 页。

④ 《宋史》卷四一一《汤琇传》，《宋史》三五，第 12351 页。

⑤ 《守城录·提要》，《四库兵家类丛书》二，第 727 页。



二、主要的军事技术内容

《守城录》的军事工程与军事技术内容，是围绕着城邑防御而阐述的，具有明显的实用性。

在军事工程方面，主要体现在德安城的改建上。其一是将一墙一壕的德安城，改建为三墙二壕的重墙、重壕式环形防御体系。其二是将城墙的方形四角，改建为弧形外凸和内凹的四角。其三是将城墙上的山字形女墙，改建为平头形女墙。其四是将原来的瓮城改建为里外各一道的护门墙，城门处增设一道暗门，城门顶上建双层城楼。通过这些改建，更增强了德安城的防御能力，并为从消极防御转化为以攻为守的积极防御创造了条件，在我国军事筑城史上产生了重要的影响。

在军事技术方面，主要体现在长竹竿火枪的创制与使用，以及发展抛石机的制造与使用技术上。其主要内容在此前的有关章节中已作了论述，此处不再重复。

三、主要的军事技术思想

《守城录》虽系由陈规和汤璹两人的论著组合汇编而成，但都是陈规关于城邑建筑和攻守城器械运用思想的反映。概而言之，主要有下述几个方面。

1．“善守”是保全城邑的关键

靖康元年（1126年），金军攻陷东京汴梁（今河南开封）后，北宋权贵以开封城大难守，以及金军砲多而猛为由，推卸开封失陷的责任。陈规认为，开封城大壕深，城高壁厚，守城禁军甚众，足以打退金军的进攻。宋军之所以弃地失城，全在于统兵者守御之术的不善，有砲而不善用砲，更不善于以砲御砲。因此，开封的失陷在于“人事之失”，在于守城者不“善守”。他批判了投降派们关于“中国势弱，敌势方强，用兵无益，宜割三镇以赂之”① 的论调。指出：

> 势之强弱在人为，我之计胜彼则强，不胜彼则弱……强弱之势自古无定，唯在用兵之人如何耳②。

他以寿阳（今属山西）抗金之事为例说，寿阳城小而势单，但金军万人之众，三攻而不能破，这是城中守将“善守”的结果。陈规以京都开封因不“善守”而失，小城寿阳因“善守”而全的鲜明对照，说明城邑守御得失的关键所在，充分反映了他关于势之强弱、城之大小、兵力众寡、器械多少、技术优劣、战术得失的辩证思想。

2．城墙要因敌之攻具而及时改建

陈规具体分析开封城失陷的原因后指出，开封城虽大虽坚，但没有针对金军的攻城器械和战法，没有进行适当的改建，因而不能有效地阻止金军的进攻。如金军用抛石机击砸城上女墙，使守城士兵每日伤亡10～20人。如果守城者能及时将女墙加高、加厚，再用大木加固，也就不会有如此重大的伤亡了。如果在开封城墙的内侧再挖一道深壕，建筑一道里城，即使金军攻破第一道城墙，一时也无法填平城里的深壕攻上第二道城墙。此时，守军便可以城上众多的守城器械，击打攻城金军，使其遭受重大伤亡，守城便可成功。可惜，当时的守城者并没有这

---

① 《守城录》卷一《靖康朝野佥言后序》，《四库兵家类丛书》二，第727页。

② 《守城录》卷一《靖康朝野佥言后序》，《四库兵家类丛书》二，第727页。

样做，致使金军攻城得逞了。陈规指出，守卫开封东水门的官兵，因增筑了重楼和准备了充裕的守城器械，因而能与金军反复相持。多次争夺，虽未全胜，但也使金军付出了重大的代价。此外，陈规还列举了多种改善城防建设的举措，反映了他关于城防建筑不能一劳永逸，而要根据实战需要，进行临战改建的思想。

3．以抛石机守城制敌的思想

陈规不但对守城战术和城池改建方面作出了精辟的论述，而且还对使用抛石机守城制敌的技术和战术提出了创造性的见解。他在总结开封失陷教训的基础上，结合德安城防守备的需要，提出了制砲用砲和加固城防的观点：

> 攻守利器，皆莫如砲，攻者得用砲之术，则城无不拔。守者得用砲之术，则可以制敌……砲不厌多备，若用得术，城可必固①。

陈规所提制砲用砲的措施，主要有以下几个方面。

首先，要聘请技精艺熟的能工巧匠，选取坚实而又少枝节的栎木和檀木，作为制作砲梢的原料，把它放在沟渠中浸泡百余日至半年的时间，再取出剥皮封干，待至六月或十一月、十二月时，用麻索和兽皮条，将砲梢从头至尾间隔系扎紧密。用此法制成的砲梢自然就坚挺有力而又不会弯曲折断。与此同时，还要制作数量众多、重达5斤的黄泥弹。这种重量一致的球形黄泥弹，既能抛得远打得准，又不会被敌人用作砲弹打上城来，因为泥弹落地后就被砸碎不能再用了。

其次，要针对金军的攻城战法，采取行之有效的守御和反击战术。陈规指出，金军在进攻坚城时，通常先用湿木编成各种“洞屋”，用生牛皮蒙覆其上，人在其下搬运土木和填平城壕，放置壕桥，然后将“对楼”、鹅车洞子、云梯等高层攻城器械运过壕桥，以便攻城。与此同时，在城下布设几十具甚至上百具的七星砲、撒星砲、座石砲，向城上抛击，并用强弓劲弩齐射，致使城上矢石如雨，守军不能存立。最后便推“对楼”接近城墙，“对楼”中所藏的80名士兵便攀城而登。陈规提出的破敌之策是：先用射程在250步以上的砲抛射砲弹，击杀敌军人马，击碎其攻城器械，尤其是击杀其指挥官，使其失去指挥而混乱不能接近城墙。用射程250步以下的砲抛射砲弹，击碎企图通过护城河的“洞屋”、“对楼”等攻城器械，击杀企图填壕的敌兵。再用单梢砲击杀其后续部队。当敌军使用砲石抛击城上时，守军暂时隐蔽于城墙后壁，减少伤亡，待敌抛射完毕后，守军再发砲还击。

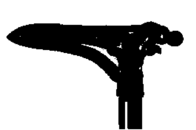
其三，要善于选择置砲阵地和派出定放人员确定砲击目标。陈规认为，守城砲不能安在目标明显暴露的城墙上，而要安在城内适当距离的隐蔽之处，以避免被敌砲击毁。为了能使砲击命中目标，必须派出一名定放人员指示砲击的方向。如果最初几砲未能命中，则采用调整定放人员或砲架设置的位置，直至准确命中为止。

其四，平时要对砲手与定放手进行抛射训练，以便在战时熟练地抛击敌人。

陈规对抛石机制造和使用的论述，对后世产生了重要的影响。宋元时期对此问题的论述，迄今为止，还没有发现能超出《守城录》者。

---

① 《守城录》卷二《守城机要》，《四库兵家类丛书》二，第727页。



第三节 《翠微北征录》及其所反映的军事技术思想

《翠微北征录》是南宋时期的著名兵书之一，全名为《翠微先生北征录》。系南宋武学生出身的华岳所著。因华岳曾在贵池（今属安徽）南齐山麓筑室，读书于南齐山名胜翠微亭，故又称《华岳先生翠微北征录》。

一、作者与版本

华岳，字子西，号翠微，贵池人，武学生出身，为人颇轻财好侠。南宋开禧元年（1205 年），因上书谏止韩侂胄轻率举兵北伐，被贬斥流放至建安（今福建建瓯）。开禧北伐失败后，韩侂胄被诛，华岳被放还，复入学。登嘉定武科第一，为殿前司属官，仍抑郁不得其志，又图谋去丞相史弥远，事被发觉，下临安（今杭州）狱，后被杖死①。除《翠微北征录外》，尚有诗文集《翠微南征录》传世。

《翠微北征录》有两种存世版本：一为元抄本，题名《翠微先生北征录》，12 卷，3 册，藏北京图书馆善本室；一为清刻本，题名《翠微北征录》，12 卷，除顾之圻（1770—1839 年）的记以外，又增加了刘世珩的题跋，注有“光绪庚子（1900 年）四月贵池刘氏据元抄本谨刻”字样，属《贵池先哲遗书》第 11 种，3 册，国内图书馆有所收藏，为传世唯一刻本。

《翠微北征录》全书 12 卷分“平戎十策”和“治安药石”两大部分。“平戎十策”是华岳针对南宋存在的十弊而提出的去弊兴利，富国强兵的 10 条建策。“治安药石”一详取治安不可无兵，犹膏粱不可无药石之意。作者紧密结合当世之利害，对和议政策、边防要务、破敌之方略、将帅修养和谋略、武器装备、敌情侦察、兵员招募、粮饷运输等问题作了详细的论述。其主要的军事技术思想，也都包容在这些论述之中。

二、主要的军事技术思想

《翠微北征录》所反映的军事技术思想，既不像《守城录》那样专一，因而具有一定的广博性。又不像《武经总要》那样全面，因而又具有相对的集中性和明显的特色。

1. 因技而用的选拔军事技术人才的思想

华岳认为，国家选拔军事技术人才要做到：

> 因技以求材，因材以制用……不可以一概论。

华岳指出，人的才能和技艺，各有所长，各有所短。善于用长枪大刀在战场上格斗拼杀的人，却不一定会有掘地凿城的本领。长于弯弓牧马的人，在水战中却无所作为。因此，选拔军事技术人才，要注重其一技之长，把具有同一长技的人，编制成专业技术队伍。而后再把各种专业技术队伍集中起来，进行统一指挥和调配，用于作战和军事建设的各个方面，这样便可发挥综合的作用②。

华岳不仅对选拔军事技术人才的思想作了理论上的阐述，而且还建议组建若

---

① 《宋史》卷四五五《华岳传》，《宋史》三八，第 13375～13378 页。

② 《翠微北征录》卷一《平戎十策·招军》，《中国兵书集成》6，第 568～569 页。



干个专业军匠队和专业作战分队。其中主要有：善制弓弩箭镞的“筋角匠”，善制皮革和铠甲的“皮革匠”，善造楼橹的“木匠”，善于煎油和涂漆的“油漆匠”，善于冶炼钢铁制造兵器的“锋刃匠”，善于医治人马的医生和兽医，善于穿窟凿穴的攻城分队“窘穴将”，善于弄潮泛水、锥凿敌船的分队“波涛将”，善于攀缘城壁、缘梁走柱的分队“楼阁将”，善于飞烟射火、流光行爆的分队“烟火将”，善于夜行劫寨的分队“潜身将”，善于训练禽兽、以神怪疑敌的分队“飞走将”，善于上竿立索远眺的分队“轻捷将”，善知海道蹊径、岛屿分布的分队“洋海将”，善于操舟驾船、辨别风云的分队“风云将”，善于雕镌陶铸、机织销画、为怪服异旗误敌的“机巧将”① 等。因此，只要将具有各种技艺的人兼收并蓄，悉无所遗地编制起来，那么军事技术所需要的各种人才，就不愁缺少了。

破除以貌取人，而采用因技选拔人才的思想，是华岳军事思想的一个显著特征。他在《翠微北征录》中阐述这一思想时，从客观实际出发，对人的技能之长处和短处、有用和无用、怯懦和勇敢等问题，提出了辩证的看法。他认为体魁貌美者未必具有一技之长，其貌不扬者却有可用之技，长于弓马骑射者未必能善于掘地攻城，善者或嫌于姑息，恶者反勇于战斗。在此以前，还没有一个军事技术家或一部兵书，提出过这样精辟的思想。

2．谨其微而不昧于变的兵器制造思想

华岳在《翠微北征录·器用小节》中，对铠甲、马甲、弩手甲、弓、弩、箭、鞍、靴、枪、叉枪等武器装备的制造，提出了“谨其微而不昧于变”的思想。他针对当时武器装备制造中存在的种种弊端，提出了许多改进的措施。

首先，华岳要求武器装备的研制者在设计与制造之初就要“谨其微”，即对每个细小问题都要设计精确，制造细致，否则就会浪费工时，耗费钱财，变成无用的弃物。

其次，华岳要求武器装备的研制者不要“拘于定式，昧于从变”，而要根据时代的发展与实战的需要，以及使用者的各种具体情况，制造适用的武器装备。

其三，华岳不但对武器装备的设计和制造提出了原则性的改进意见，而且还对以上提到的几种武器装备的尺寸、规格、制造工艺、改进的方法，都有详细而具体的规制和要求，这些都是其他军事技术论著中难得一见的真知灼见。本书在其他章节中对此已有论述，此处不复赘述。

3．以器制器的攻守城战思想

《翠微北征录》对于制造和使用各种攻城器械，进攻敌军守备的坚固城池和山寨，以及制造和使用各种守城器械，抗击敌军对城池和山寨猛烈进攻的技术、战术与战法，都有许多独到的见解，充分反映了华岳以器制器的攻守城战的思想。他指出：攻城的方法与所用的器械，大约有 42 种，其中最主要的有火药箭、抛石机、掘地道、水淹、堆土山、登城梯板、高层攻城车天桥、投放毒品、捕捉飞鸽纵火等。守城的方法和所用的器械，大约有 36 种，其中最主要的有密植障碍物、

① 《翠微北征录》卷一《平戎十策·招军》，卷十二《足兵便民之策·广士》，《中国兵书集成》6，第 569～570 页。



加固城墙、遍立草人为疑兵、虚张旗帜、挖掘暗壕、侦听敌情、设置竖木闩、截断通向城外的通道、准备充足的兵器、挖掘通向城外的秘密地道、堵塞敌人可利用的洞窟、城门附近竖立木栅与削尖的竹签等①。攻守城战开始后，便是这两类器械的较量。凡是在战略上得算，作战部署周密，器械的数量多、质量高，使用得法，战术运用得当的一方，就能取得胜利。

为了抗击金军的进攻，华岳除了深入研究攻守城池的器械与战法外，还广泛搜集了攻守山寨、要冲、捷径的器械和战法，提出了依托自然险要而守，屯军要害之冲而据，控制捷径之利而用的思想。

华岳认为，依托自然险要而守，是一种既节省人力、物力而又收效明显的守御之法。他指出，平陆之地虽可在平时用人力、物力筑城凿池，修桥铺路，制造器械，以备战时之用，但到战时紧急而人力、物力不敷使用时，仍不免有失败的危险。自然险要却是天造地设，非人工智巧所能为，统兵将领如果利用山险之地修筑山寨，勾通水源，贮足粮草和生活必需品，那么，敌人就会无路可登，无阶可陟。与此同时，在山寨险要之处构筑防御工事，贮备充足的守寨器械②，便可依托险要，据寨而守。敌人若近寨而攻，则因上寨甚险而不能遂其谋。越寨而过，则又被出寨之兵袭其后，无法实现占领山寨的目的。

华岳所说的屯军要害之冲，就是要以足够兵力、兵器屯驻战略要地，做到一夫当关，万夫莫敌，那么敌人就只能望吴而叹止了。

华岳所说的控制捷径之利，就是要在平时修筑一些有利于形成突袭态势而又容易被忽视的超近小路。控制这些小路，就可在战时对敌实施突袭，或以足够的兵力、兵器进行扼守，那么，敌人也就无法从这些捷径对我实施偷袭了。

4. 以器制器的水寨胜敌思想

华岳针对淮东、淮西多为水乡泽国的特点，提出了多建水寨、多备水寨战具以抗击金军进攻的思想。他指出，两淮之地多小洲、大渚、沙屿、石渍，其间河流环绕，人迹难至，到处都可修筑水寨，制备战具，抵御金军。为此，他列举了27种修水寨之法与39种守备水寨的战具③。利用这些战具，可以实施多种击敌之法：水浅之处可多备障碍设施，破坏敌军的楼船缆索；水深之处可备草拉绳索，借以绊绕敌船的桨楫；水面上布撒棉絮稻草，使敌军车船之轮不能转动，大橹不能顺畅地摇；水中悬浮着的锤锥与浮钩，可使敌船吃水浅者不能移动，吃水深者不能离去；在芦苇编织的牌、筏前设置竹木桩墩，可使敌船不能深入，敌人的纵

---

① 《翠微北征录》卷一《平戎十策·得地》，《中国兵书集成》6，第580~584页。

② 华岳在《翠微北征录》卷四《治安药石·边防要务·山水寨》中，共列举了36种守寨器械。计有：聚桥、透筒、就储、曲架、远汲、走水、种水、合槽、粮船、斜车、浮水、溜脚、圆木、火砲、灰砲、土砲、石弹、踏脚车、轮箭车、虚桥、飏毒、土乳头、绵幕、瞥脚水、螳螂拒马、蜻蜓车、挂车、油幕、引车、埋水、方木、土员、顶板、扑灯蛾、布遮箭、绵帘等。这些都是当时特制的器械，其形制构造式样，很少传至后世。

③ 华岳在《翠微北征录》卷四《治安药石·边防要务·山水寨》中，共列举了39种水寨器械。计有：伏牛、豁水、游丝钩、水毛猬、浮钩、暗楗、拍水、独面暗棒、沙针、绵穰、撞竿、撞筏、截汊、鸡距、稻秆、斜庄、自凿、拒板、虚木、乱线、双头签、钉底、担车、碍父、鬼钻、八面茴香、聚钩、网索、篯锥、水蒺藜、鬼连环、火牌、锤锥、藤蓝闹河、冲天水、金网签、神系、四索番车等。



火之术也难以实施，而我方却能纵火焚敌；用漂浮的木罂、皮囊，可拦河截汉而使敌船不能深入，放火箭燃烧的办法也不能实施，而我方却可施行无阻①。如果多种守寨器械和战法综合使用，那么，就可以粉碎敌人的进攻，保障水寨的安全。华岳的这些论述，在南宋以前的其他兵书和论著中，也是从未见到过的。

5. 以战车和器械制敌骑的思想

北方各游牧民族以弓马骑射为长技，其马在雨雪连天的路上，也能奔腾跳跃而前；在千里戈壁的大漠上，也能疾驰如飞。宋军的战马却不能与之相比，它们在石板路上行走，其腿往往软弱无力；在泥沼里行走，其腿常常失陷而不能自拔；它们一到晌午就要饮水，一到黄昏就要喂料，否则就疲乏无力。华岳针对宋军战马不能与北方游牧民族战马匹敌抗衡的状况，提出以战车扼制敌骑和以器材障碍敌骑的建议，反映了避己之短、破敌之长的思想。

华岳在分析古今不同战车优劣的基础上，建议制造适用于实战需要的战车，这种战车具有如下几个特点②。

首先，这种战车构造新颖，它由几种部件组合而成，便于组合和拆卸，可以因地而用，在平原旷野之地，可以将它合而为车，并由众多战车编成车阵，使敌骑阻止于车阵之前而无法长驱直进。如遇山险、河川等人和战车难以行进之地，便可将战车进行分解、拆卸，使部件成为各种兵器，既便于行军携带，又可使用它们同敌兵进行作战。因此，这是一种兼有防御和进攻双重作用的新式战车。

其二，这种战车的车身轻巧而易于回环运转，具有良好的机动性，既方便实用，又价廉易造，能够大量装备军队。

其三，这种战车具有较好的武器装备：车前用药物浸泡过的木牌作掩护，火不能烧，水不能湿；车中贯穿枪支，留有孔穴；行军时，用人力在后面用力推；下陷时，用人力在前面拉；在平旷地带用以环列成阵，敌骑就难以施展其驰突的威力，再用强弩射向敌骑，敌骑不死即倒，丧失战斗力。

其四，这种战车兵还可与步兵、骑兵协同作战，发挥综合的杀敌作用，这样就可以战胜敌人的骑兵了。

用战车虽能遏制敌骑之驰突，但不能置敌骑于死地。战车虽可遏制敌骑追击，但不能杀伤敌骑。为此，华岳又建议创制新的障碍器械，以便杀伤、陷没和杀死敌骑。华岳认为，过去已经使用过的障碍器材，如铁蒺藜、木蒺藜、连板茅针、鹅项茅针、铁皂角、铁菱角等，虽能使敌骑致伤，但都有缺陷，所以需要加以改进，创制新的障碍器材。华岳本人就设计了铁蕈和竹贮两种障碍器材。

铁蕈的形状上锥下平，与木蕈相似。若人马踩踏在它的上面，因为下平而不会没入土中，上尖而能刺入人马的肌肉内，锥入敌骑的马蹄后也不容易被拔剔出来，是刺伤人足和马蹄的有效障碍器材。

竹贮是安有六个尖锋的椭球形障碍器材，形同老鼠屎，四周都有尖锋外刺，可刺破马蹄，中间有蒂，不会没入泥土中。马蹄踩中竹贮后，因其上尖下圆，故

① 《翠微北征录》卷一《平戎十策·守地》，《中国兵书集成》6，第587～588页。

② 《翠微北征录》卷一《平戎十策·御骑》，《中国兵书集成》6，第573～574页。



牢不可破。马蹄若踢到它，就会被六个尖锋中的一二个刺中而中毒（尖锋涂有毒药）。平时不可以用手所握持，恐被尖锋所刺。也不可用布帛包裹，恐其刺出，只能把它放在竹筒里。使用时，把它置于金军人马必经的通道上，只要一马踩踏其上而跌倒在地，它就会左牵右绊，使其他战马也相继倒地；只要有一匹战马翻倒，它就会前挨后触，使其他战马也随之翻倒，以致整个马队的马都会跌倒、翻倒。如果在此情况下，宋军乘机实施攻击，金军骑兵就会混乱溃败①。

华岳认为，如果能用轻车连阵，就能阻挡敌骑的冲突而使它不能进入我之疆土。如果能用铁蒺和竹贮等障碍器材，使进入我之疆土的金军战马都被陷覆而不能逃脱②，那么宋军就必胜无疑了。

华岳在《翠微北征录》中，关于建筑城寨、制造攻守器械和障碍器材，用以抵御和抗击金军进攻的论述，反映了他的军事技术思想，具有积极的意义。由于南宋朝廷的腐败，而且华岳本人又不是统兵将领，所以他的设想和建议虽然是在调查研究的基础上提出的，具有一定的实用价值，但是并没有得到推广。这就是几百年来《翠微北征录》鲜为人知的一个重要原因。

除了《武经总要》、《守城录》、《翠微北征录》以外，许洞的《虎钤经》和沈括的《梦溪笔谈》等兵书和科技论著，也都有关于宋元时期军事技术思想的反映。不过从总体上看，其内容也都不出上述三种论著之外。

宋元时期，还有不少政治家、军事家和著名的统兵将领，也都在自己的论著中反映了他们的军事技术思想，如宋太祖赵匡胤、宋太宗赵光义、宋仁宗赵祯、辽太祖耶律阿保机、夏景宗赵元昊、金太祖完颜阿骨打、元太祖铁木真、元太宗窝阔台、元世祖忽必烈等帝王，都有重视武器装备的制造，发展军事技术的思想。北宋大臣范仲淹、何常等，在宋夏边界大筑堡寨，推行以寨制夏的思想。南宋抗金名将岳飞、韩世忠以麻扎刀、长柄斧，大破金军拐子马的思想。吴阶、吴璘以强弓劲弩大破金军铁甲骑兵的思想。元军统帅刘整和阿术大造兵船，与宋军逐鹿大江南北的思想。西夏晋王察哥发展强弓劲弩，克服西夏之短，抵御宋军之长的思想。元朝平章政事阿里海牙和军事技术家亦思马因、阿老瓦丁创制回回炮大破襄阳坚城的思想等。上述军事技术思想既是当时军事斗争的产物，又指导了当时军事技术的发展，是宋元时期军事技术和军事工程得以发展的理论基础。

① 《翠微北征录》卷一《平戎十策·陷骑》，《中国兵书集成》，第576～577页。
② 《翠微北征录》卷一《平戎十策·陷骑》，《中国兵书集成》，第577页。



参考文献

[1] 铁岭市文物办公室、康平县文物管理所："辽宁康平县后刘东屯二号辽墓"，考古，1988（第5期：第821~822页）。

[2] 辽宁省博物馆文物队："辽宁北票水泉一号辽墓发掘简报"，文物，1977（第12期：第46页）。

[3] 杨伯忠："内蒙古通辽县二林场辽墓"，文物，1985（第3期：第59~60页）。

[4] 黑龙江省博物馆："黑龙江阿城县小岭地区金代冶铁遗址"，考古，1965（第3期：第124~130页）。

[5] 阎景全："黑龙江省阿城市双城村金墓群出土文物整理报告"，北方文物，1990（第2期：第28~31页）。

[6] 黑龙江省文物考古工作队："黑龙江畔绥滨中兴古城和金代墓群"，文物，1977（第4期：第40~45页）。

[7] 黑龙江省文物考古工作队："松花江下游奥里米古城及其周围的金代墓群"，文物，1977（第4期：第56~62页）。

[8] 承德地区文物管理所、滦平县文物管理所："河北滦平辽代渤海冶铁遗址调查"，北方文物，1989（第1期：第39页）。

[9] "河南鹤壁市古煤矿遗址调查简报"，考古，1960（第3期：第39页）。

[10] 王可、韩汝玢、杜茀运："元大都遗址出土铁器分析"，考古，1990（第7期：第655~668页）。

[11] 前热河省博物馆筹备组："赤峰县大营子辽墓发掘报告"，考古学报，1956（第3期）。

[12] 李蔚："试论西夏的历史分期——兼论西夏立国方针的转变"·敦煌学刊，1992（第2期：第34~35页）。

[13] 肇东县博物馆："黑龙江肇东县八里城清理简报"，考古，1960（第2期）。

[14] 黑龙江省文物考古工作队："绥滨永生的金代平民墓"，文物，1977（第4期：第52~53页）。

[15] 美·T. N. 杜普伊著，严瑞池、李志兴等译：《武器和战争的演变》，军事科学出版社，1985，第76页。

[16] 成东、钟少异著：《中国古代兵器图集》，解放军出版社，1990。

[17] 中国科技大学等《梦溪笔谈》译注组译注：《梦溪笔谈译注》，安徽科学技术出版社，1990。

[18] 恩格斯著：《军队》，见《马克思恩格斯军事文集》第1卷，战士出版社，1981，第364~366页。

[19] 苏·克恰诺夫："唐兀惕和蒙古文化的关系"，《蒙古文学关系史》，莫



斯科出版社，1981。

［20］元大都考古队：“元大都的勘查和发掘”，考古，1972（第1期：第19页）。

［21］淳安县文物管理委员会：“浙江淳安县出土宋代兵器”，考古，1988（第4期：第336页）。

［22］林忠干：“稀世古兵器——李纲锏”，文物天地，1985（第5期：第43页）。

［23］韩汝玢：“古代金属兵器制作技术”，见《中国军事百科全书——古代兵器分册》·军事科学出版社，1991，第199页。

［24］宁夏回族自治区博物馆：“西夏八号陵发掘简报”，文物，1978（第8期：第66页）。

［25］邓广铭：“岳飞传附录二有关‘拐子马’诸问题的考释”，人民出版社，1993。

［26］马王堆汉墓帛书整理小组：“马王堆汉墓出土医书释文（二）”，文物，1975（第9期：第36页）。

［27］赵匡华：“火药的发明与炼丹术”，《中国古代火药火器史研究》，中国社会科学出版社，1995，第1～17页。

［28］王育成：“中国古砲考索”，中国史研究，1993（第4期：第27～29页）。

［29］赵光林、张宁：“金代瓷器初步探索”，考古，1979（第5期：第467页）。

［30］张连喜：“铁蒺藜、蒺藜火毬、瓷蒺藜”，《汉唐与边疆考古研究》第一辑，科学出版社，1984，第264～267页。

［31］晁华山：“西安出土的元代手铳与黑火药”，考古与文物，1981（第3期：第73～75页）。

［32］魏国忠：“黑龙江省阿城县半拉城子出土的铜火铳”，文物，1973（第11期：第52～54页）。

［33］崔璿：“内蒙古发现明初铜铳”，文物，1973（第11期：第55～56页）。

［34］余杭市文物管理委员会：“新发现张士诚‘天佑’年铭铳小考”，《中国古代火药火器史研究》，中国社会科学出版社，1995，第143～146页。

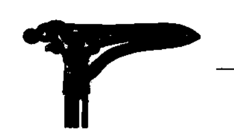
［35］朝鲜科学院历史研究所编，贺剑城译：《朝鲜通史》上卷，三联书店，1962，第150～151页。

［36］赵仁福（韩国）编著：《韩国古火器图鉴》，韩国汉城：大韩公论社，1974。

［37］日·有马成甫：《火砲の起源とその伝流》，日本东京：吉川弘文馆，1962。

［38］朝鲜科学院古典研究所编：《李朝实录分类集第四辑——军事编之一》，朝鲜科学院出版社，1961，第135～137页。

［39］日·洞富雄著：《種子岛铳》，日本东京：淡路书房，1958。



[40] 日·有坂铝藏:《兵器考·火砲篇》,日本东京:雄山阁,1937,第4~5、111~112页。

[41] 英·J. R. Partington: *A history of Greek fire and Gunpowder*, Cambridge, Haffer and Sons, 1960, PP. 189~190。

[42] 冯家昇著:"伊斯兰教国为火药由中国传入欧洲的桥梁",《冯家昇论著辑粹》,北京:中华书局,1987。

[43] 德·S. J. Von Romocki: *Geschichte der Explosivestoffe*, Bd. I, PP. 37~39。Berlin, 1895。

[44] 恩格斯著:《德国农民战争》,见《马克思恩格斯军事文集》第1卷,战士出版社,1981,第70页。

[45] 冯家昇著:"读西洋的几种火器史后",史学集刊,1947(第5期:第285~286页)。

[46] 美·W. H. B. Smith: *Smallarms of the world*, bth edition, the stackpole company, U. S. A, 1960, PP. 7~8。

[47] 冯家昇著:"再驳斥欧美资产阶级学者的'火药是欧洲人所发明'的谬论",《冯家昇论著辑粹》,中华书局,1987,第343页。

[48] 波兰·T. Urbanski 著,欧育湘等译:《火炸药的化学工艺学》,国防工业出版社,1976年,第3卷,第259页。

[49] 意·W. von Braun and F. I. Ordway, *History of Roketry and Space Travel*, PP. 22~23, London, 1967。

[50] 法·J. T. Reinaud et I. Fave, *History de lartillerie*, Partie 1, Du Feu Grégeois, PP. 106~110, Paris, J. Dumaine, 1845。

[51] 法·F. Hoefer, *Histoire de la Chimire*, Vol. 1, P. 302, Paris, 1866。

[52] 法·M. Mercier, *Le Feu Gregeois*, Passim, Paris, 1952。

[53] 英·O. C. Ellis, *A history of fire and flame*, P. 249, London, 1932。

[54] 苏·H. A. 施林格著,郑庭等译:《有烟火药教程》,中国人民解放军军事工程学院,1956,第10页。

[55] 英·W. Y. Carman, *A history of fire arms from earliest times to* 1914, PP. 3~6, London, 1955。

[56] 英·Henry W. L. Hime, *The Origin of Artilery*, P. 34, London, 1915。

[57] 英·J. W. Siry, *The early history of rocket research*, scientific monthly, LXXI. 236, 1950。

[58] 印度·辛哈、班纳吉著,张若达、冯金辛、王纬译:《印度通史》,商务印书馆,1964,第74页。

[59] 苏《世界通史》,第2卷下册,北京:三联书店,1962,第758页。

[60] 恩格斯著:《炮兵》,见《马克思恩格斯军事文集》第1卷,战士出版社,1981,第417~419页

[61] 英·N. B. Halhed, *Acode of Gentoo* (*Indus*) *Laws*, PP. 53~55, London, 1776。



［62］周一良、吴于廑主编：《世界通史资料选辑》上半部分，商务印书馆，1964，第225页。

［63］法·J. A. Dubois, *Description of the character, Manner and customs of the people of India*, Vol. 2, PP. 329～347, Philadelphia, 1818。

［64］英·E. Moor, *The Hindu pantheon*, PP. 213～214, Delhi, 1968。

［65］印度·P. C. Ray, *A history of Hindu chemistry*, 2nd ed, Vol. I, PP. 178～181, London 1904。

［66］印度·P. K. Gode, *The history of firework in India between* 1440 *to* 1900, P. 20, Bangalore, 1953。

［67］冯家昇著："驳斥欧美人的'火药是欧洲人所发明'的谬论"，见《冯家昇论著辑粹》，中华书局，1987，第331～332页。

［68］美·G. Sart, *Introducton to the history of science*, Vol. Ⅱ, Pt. 2, P. 1038, Baltimore. Williams and Wilkins co, 1931。

［69］法·M. Berthelot, *Rovue de deux Mondes*, cvi. 786, Paris, 1891。

［70］英·Clephen, *The ordnance of the* 14*th and* 15*th centuries in archcological Journal*, 66: Vol. 66 (secser. 18), PP. 49～138, London, 1909。

［71］马克思著：《机器·自然力和科学的应用》，人民出版社，1978，第67页。

［72］英·培根著，关琪湘译：《新工具》，商务印书馆，1936，第114页。

［73］丘刚："北宋东京外城的城墙和城门"，中原文物，1984（第4期：第44～47页）。

［74］罗哲文："料敌塔——现存最高的古建筑"，文物天地，1986（第2期：第29页）。

［75］李逸友："辽代城郭营建制度初探"，《辽金史论文集第三辑》，书目文献出版社，1987，第53～54页。

［76］中国社会科学院考古研究所编："新中国的考古发现和研究"，文物出版社，1984，第601～611页。

［77］景爱、董学增："吉林舒兰县古界壕、烽火台与城堡"，考古，1987（第2期：第146～149页）。

［78］李洁萍编："中国古代都城概况"，黑龙江人民出版社，1987，第186～187页。

［79］黑龙江省文物考古研究所："黑龙江克东县金代蒲峪路故城发掘"，考古，1987（第2期：第150～157页）。

［80］吉林省文物考古研究所："内蒙科右前旗、突泉县辽金城址调查"，考古，1987（第1期：第58～68页）。

［81］刘建华："河北省金代长城"，北方文物，1990（第4期：第42～44页）。

［82］哲里木盟博物馆："内蒙霍林河矿区金代界壕边堡发掘报告"，考古，1984（第2期：第157～163页）。



[83] 宁夏回族自治区博物馆考古组：“宁夏三十年文物考古工作概况”，《文物考古工作三十年》，文物出版社。1979，第58页。

[84] 贾洲杰：“元上都调查报告”，文物，1977（第5期：第65~71页）。

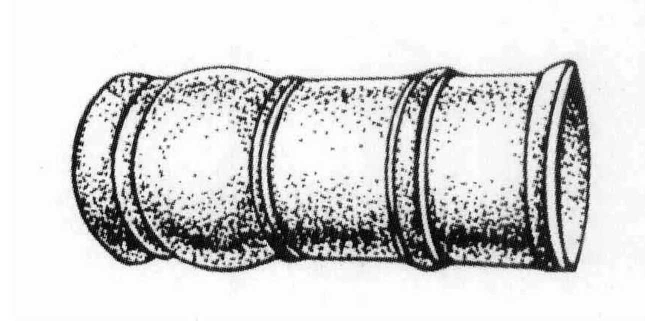
[85] 王灿炽：“谈元大都城墙和城门”，故宫博物院院刊，1984（第4期：第49~57页）。

[86] 泉州湾宋代海船发掘报告编写组：“泉州湾宋代海船发掘简报”，《文物》，1975（第10期：第2~8页）。

[87] 夏湘蓉、李仲均、王根元：“中国古代矿业开发史”，北京：地质出版社，1980。

第二编　明　代

从宋初到元末的400多年中，我国火器与冷兵器并用时代的军事技术，经过宋、辽、夏、金、元多元性的创造，呈现出异彩纷呈的繁荣局面，随着统一的明王朝之建立，又在明朝军工部门一元化的统辖下，取得了突破性的成就，进入了全面发展的阶段。在这个阶段中，各种优质钢铁兵器发展到了成熟的程度，战车也有不少创新，由元代创制的火铳至明代前期已经定型而成为明军的制式装备，佛郎机、鸟铳和西洋大炮引进后，经过军器局和兵仗的改进，已成为明代后期主要的管形射击火器。火箭、传统铳炮、燃烧性和爆炸性火器都有许多创新。以南京、北京和长城的修建和改建为代表的军事筑城技术，以及以郑和下西洋为代表的战船建造技术，成为当时军事技术中的两大世界之最。







第一章
金属冶铸业与军事手工业

金属冶铸业与军事手工业，是明代军事工程技术赖以发展的两大基础手工业，它们在明代都有长足的发展。

第一节　金属冶铸业的发展

金属冶铸业是军事手工业的基础之一，也是明代手工业的一个重要组成部分，它在明初促进手工业发展政策的推动下迅速发展起来。

一、促进手工业发展的政策

朱元璋在建明以后，为恢复和发展手工业，对工匠制度不断进行调整。洪武十年（1377 年）五月，工部规定在京服役的工匠，“月给薪米盐蔬，休工者休给，听其营生勿拘”[①]。这一规定使在京的5 000 多工匠，可以利用休工的机会投入社会生产，得到一定的收益。洪武十九年四月，工部又规定各地工匠每三年轮番来京服役三个月，服役期间免除其家庭所服的其他徭役，匠户因负担减轻而乐于接受[②]。洪武二十六年，规定每三年或二年轮班到京服役三个月的工匠 232 089 名[③]，称轮班匠户，由工部管辖；把在京师等地固定做工的称住坐匠户，由内府内官监管辖；住坐工匠每月服役十天，由政府支给月粮，其余 20 天即可自行作业。这些政策使手工匠户获得了一定的自由，有利于充分发挥专业工匠的作用，对扩大手工业制品的商品性交流、传播和提高手工业技术，都有一定的作用。同时，明朝在全国设置很多“监”、“局”，管理铁匠、销金、木、油漆、神箭、火药等200 多种行业的匠作。这些手工业匠作，对配合军器制造和培养技术工人都有积极的作用，有的则是直接为军器制造配套服务的专业性行业。

二、金属冶炼业的发展

朱元璋在元末农民起义的战争中，就十分重视矿产的开采和金属的冶炼。元至正二十四年（1364 年）四月，在平定湖广地区后，中书省臣向朱元璋报称当地各州县有铁冶，应招募工匠兴建炉冶，以资军用。朱元璋即批准这一建议，兴炉鼓铸，制造兵器[④]。

明朝建立后，官营和民营冶炼业又有相当的发展。洪武五年，湖广、广西、

---

① 《明太祖实录》卷一一八，洪武十年五月壬午，中国台北历史研究所，1962 年版，影印本《明实录》三，第 1930 页。以下引此书时均同此版本。

② 《明太祖实录》卷一七七，洪武十九年四月丙戌，《明实录》三，第2684 页。

③ 《明会典》卷一八九《工部九・工匠二》，中华书局，1988 年版，影印本《明会典》，第 950 页。以下引此书均同此版本。

④ 《明太祖实录》卷十四，甲辰四月丙午，《明实录》一，第 193 页。



江西、山东、陕西、山西、河南等 7 个行省官营的铁冶，岁课铁达8 056 405斤①。洪武七年，朝廷在全国设立了 13 个冶铁所②，其中山西就有 5 个，占 38.4%。山西交城铁矿所产云子铁，系沉积变质铁矿末，质量最好，是制造兵器的好材料，朝廷规定交城每年上交 100 000 斤，供大通冶作原料③。由于各地纷纷设立冶铁所，河北的遵化与广东的佛山，已成为当时著名的冶铁中心，铁产量也随之迅增。当时 11 个省的官营铁冶，每年总的炼铁数已达到 18 475 026 斤，超过以往任何时代的产量。至洪武二十八年（1395 年）闰九月，内库贮铁已达 37 430 000 斤，军需用铁已很充裕。

永乐年间（1403—1424 年），冶铁场的规模日益扩大，以遵化冶铁场为例，该场每年有民夫 1 366 名，军夫 924 名，工匠 270 名④。正德四年（1509 年），该场又增设大鉴炉 10 座，共冶炼生铁 486 000 斤。正德六年，又开大鉴炉 5 座，年生铁产量达到 927 000 斤。嘉靖八年（1539 年）以后规定每年大鉴炉 3 座，炼生板铁 188 800 斤、生碎铁 64 000 斤，发白作炉炼熟挂铁 208 000 斤⑤，可见其生产能力之大。该厂以蓟州、遵化、玉田、滦州（均在今河北省）四处的 4 561.96 亩的林场，为采柴烧炭基地⑥。每年到夏天采石，秋天淘沙（选矿石），冬天开炉冶炼，春尽炉止。成品解送工部。遵化冶铁场是明代主要的冶铁基地，军器和兵仗局制造兵器所用的钢铁，几乎都取自该厂。

除官营和民营的冶铁场外，当时驻于铁矿区的卫所也设有冶铁场。如《辽东志》卷二《建置》记载，明军驻辽东镇的 25 个卫，每个卫都有一至二个百户所进行冶铁，称铁场百户所，炒铁人称“炒军”。其中有定辽左右中前后五卫、东宁卫、广宁卫、广宁左右中三卫、广宁左屯右屯中屯前屯四卫、义州卫、义州后屯卫、宁远卫、辽海卫、铁岭卫、沈阳中卫、海州卫、盖州卫、复州卫、金州卫、开原三万卫等 25 个卫的冶铁百户所。其中有的冶场有两个冶铁百户所同时冶铁；有的至今还有冶铁遗址可见。这些冶铁场的总产量比前代都有发展。按《全辽志·赋役》记载，每年纳赋的铁量有 420 150 斤。有的冶铁场成为现代的冶铁基地，如三万卫的威宁营矿、中心台矿，是本溪钢铁公司冶铁基地；安平矿山是辽阳市安平钢铁基地；海州卫的汤池矿是鞍山钢铁公司开采铁矿石的基地。它们生产的钢铁都用于制造军器和一些锅、铧等用具。威宁营铁矿百户所至今还遗存有与堡城相似的建筑物残存⑦。

除冶铁业外，冶铜业也有相当的发展，洪武五年，仅池州府（府治今安徽贵池）每年上交的岁课铜就有 180 000 斤⑧。

---

① 《明太祖实录》卷七七，洪武五年十二月庚子，《明实录》二，第 1416 页。
② 《明太祖实录》卷八八，洪武七年四月癸卯，《明实录》三，第 1567～1568 页。
③ 《明太祖实录》卷一八一，洪武二十年三月辛未，《明实录》四，第 2731 页。
④ 《明会典》卷一九四《工部十四·遵化铁冶事例》，《明会典》，第 984 页。
⑤ 《明会典》卷一九四《工部十四·遵化铁冶事例》，《明会典》，第 984 页。
⑥ 《明会典》卷一九四《工部十四·遵化铁冶事例》，《明会典》，第 984 页。
⑦ 见 [26]，第 213～222 页。
⑧ 《明太祖实录》卷七七，洪武五年十二月庚子，《明实录》二，第 1416 页。



三、金属冶铸技术的提高

明朝冶铸技术的提高主要表现在三个方面，其一是炼铁炉的改进，其二是铸造技术的提高。

1. 冶铁炉的改进

明朝的冶铁炉在元代的基础上又有进一步的改进，而遵化炼铁厂炼铁炉可视为这种改进的典型。且看明人朱国桢在《涌幢小品》卷4的记载：

> 铁炉：遵化铁场（《春明梦余录》作“京东北遵化境有铁炉”），深一丈二尺，广前二尺五寸，后二尺七寸，左右各一尺六寸。前辟数丈为出铁之所。具砌石，以简千石为门，牛头石为心。黑沙为本，石子为佐，时时施下。用炭火，置二鞴扇之。得铁日可四次。妙在（《春明梦余录》无此二字）石子产于水门口，色间红白，略似桃花，大者如斛，小者如拳。捣而碎之，以投于火，则化而为水。石心苦燥，沙不能下，以此救之，则其沙始销成铁。不然则心病而不销也。如人心火大盛，用良剂救之，则脾胃和而饮食进，造化之妙如此。①

从记载中可知，遵化炼铁炉的规模较大：炉深12尺，炉前出铁口的内径为2.5尺，炉后排渣口的内径为2.7尺，左右两侧各安风箱一扇，鼓风口的内径各为1.6尺，前面辟有数丈之地为出铁之处；炼铁炉都用石料砌成，炉门为简千石，炉壁为牛头石，耐火性能好。冶炼时以“黑沙”为原料，时时施下；并同时添加“色间红白，略似桃花”的石子［可能是淡红色的萤石（氟化钙，CaF_2）］为助熔剂，由于这种石子的熔点较低，投入炉中后即化为水，帮助黑沙销熔成铁液。这是世界上关于使用萤石的最早记载。这种炼铁炉的产量较高，每6小时能出一次，每昼夜四次，炉的寿命有90天，产品有生铁、熟铁和钢3种，熟铁由生铁炼五六次而成，钢由熟铁炼九次而成[1]。

2. 煤的扩大利用和炼焦技术的初创

煤自宋代用作炼铁的燃料后，到明代用煤冶铁的冶炼场便逐渐增多。据宋应星在《天工开物·冶铁》中说：

> 凡炉中炽铁用炭，煤炭居十七（十分之七），木炭居十三（十分之三）……即用煤炭，亦别有铁炭一种，取其火性内攻，焰不虚腾者。②

又在《天工开物·燔石·煤炭》中说：

> 煤有三种，有明煤、碎煤、末煤。（性能各不相同，用途也不一样。）其中碎煤有两种：（燃后）炎高者曰饭炭，用以炊烹；炎平（火焰平缓）者曰铁炭，用以冶锻。入炉先用水沃湿，必用鼓鞴后红，以次增添而用③。

从这两则记载中，可知用煤冶铁的冶场在明后期已达到70%。然而，用煤炼铁也存在着较大的缺陷，这是因为煤在炼炉内受热以后很容易碎裂，使炉内的燃料因受堵塞而透气不畅；另一方面则由于煤中含硫量较高，使炼成的生铁中含硫

---

① 明·朱国桢撰：《涌幢小品》卷四，《笔记小说大观》第13册，第64页。
② 《天工开物》卷十《锤锻·冶铁》，《四部精要》13，第1110页。
③ 《天工开物》卷十一《燔石·煤炭》，《四部精要》13，第1112页。



量也随之升高，影响铁成品的质量。于是人们便开展用煤炼制焦炭的研究。明末清初的物理学家方以智（1611—1671年）便是其中的一个。他在成书于崇祯十六年（1643年），刊行于康熙三年的《物理小识》卷七《金石类·煤炭》中记载了炼焦及用焦炼铁的方法：

煤则各处产之，臭者烧熔而闭之成石，再凿而入炉曰礁，可五日不绝火，煎矿煮石，殊为省力①。

文中所说的礁即为焦炭，臭煤即为含挥发物较多的炼焦煤。如果将炼焦煤在隔绝空气的土窑中加热，用高温（现在的炼焦高温约为1 000 ℃左右）烧熔臭煤，即可获得一种含碳量高，气孔率高，强度大的焦炭，成为高炉炼铁的重要原料和还原剂。炼焦和焦炭炼铁技术的掌握与逐渐推广，既拓宽了炼铁的燃料来源，又保证了钢铁成品的质量，从而为明代的兵器制造提供了数量充裕、质量精良的钢材。

3．金属铸造技术的提高

明代金属铸造技术与工艺之高超，可以"永乐大铜钟"为见证。该钟现藏于北京西直门外觉生寺（即大钟寺）。因铸有《华严经》而被称为"华严钟"。钟身高6.75米，外径3.3米、钟唇厚18.5厘米、重46.5吨。经专家们考证，钟上刻有《金刚经》、《弥陀经》等8种汉文经典，《大明神咒回向偈》、《吉祥咒》等8种汉文咒语，以及梵文经咒17种，共有225 939个汉字、4 245个梵文字，两者合计230 184个字，字迹至今清晰可辨。据说铸时先挖好一个大坑，在坑内安放好带字的陶质模型，将几十座大炉同时冶炼的铜汁，沿着泥槽注入内，一次全部铸成，无缝无砂眼。经过科学化验，钟身的合金比例合理，其中铜80.54%、锡16.4%、铅1.12%。钟体坚硬，经得起重击[1]。

明代金属冶炼业的发展和铸造工艺的提高，为兵器制造部门提供了数量充裕、质地精良的铜铁材料，以及兵器制造技术。

四、钢材冶炼技术的创新

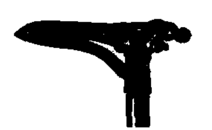
为了保证制造枪炮所用钢材的质量，明代后期的统兵将领和军事技术家唐顺之、赵士桢、何汝宾、茅元仪等人，对钢材的冶炼技术尤为关注，并在钢材冶炼的理论上有所创新。

1．对燃料的选择

用什么样的燃料才能冶炼出制造枪炮等兵器所用的优质钢材，这是一个至关重要的问题。前文虽然已经提到煤的利用为北方的众多炼铁场拓宽了燃料的来源。炼焦技术的出现，又克服了用煤炼铁的许多缺陷，从而炼出了较好的钢铁，为制造一般钢铁兵器提供了比较充足的原材料。但是对于制造精良的钢铁兵器尤其是对制造枪炮管而言，用煤炼出的钢材的质量，毕竟不如用木材炼出的钢材的质量好。赵士桢对南方和北方分别用木炭和煤冶炼的钢材进行了仔细的分析。他在《神器杂说三十一条》中称：

制铳须用闽铁，他铁性燥，不可用。炼铁，炭火为上，北方炭贵，不得

① 明·方以智撰：《物理小识》卷七《金石类·煤炭》，《四部精要》13，第1187页。



已以煤火代之，故迸炸常多。

这一论述说明他已从实践中认识到用木材和煤冶炼的钢材，在性能上有较大的差别，所制枪炮质量的优劣也各不相同。产生这种结果的原因，用现代冶金学的理论可以说明。北方用煤作燃料，由于煤中含硫、磷等杂质较多，故使炼成的钢材含有较高的硫、磷成分，因而容易脆裂，故不宜制造枪炮。南方福建等地用木炭作燃料冶炼的钢材，避免了这一缺陷，所以能制造出质地精良的枪炮。赵士桢受当时科学技术水平的限制，还不能做出这样的解释，但是他在《神器谱·神器或问》中，用当时通行的阴阳、五行（金、木、水、火、土）化生学说，对产生这种现象的原因，在理论上进行了力所能及的探讨。他认为制造枪炮时：

必藉炮冶范淬，因借木、水、火、土之气，和以锻炼，（这是）五行化生相成之理……南方用木炭锻炼铳筒，不唯坚刚与北方大相悬绝，即色泽亦胜煤火成造之器……此政（正）足印证神器必欲五行全备之言；（北方用煤冶炼钢材，因缺少木而）禀受欠缺，（所以炼成的钢材，不能与五行）举足者较量高下。

赵士桢用五行化生相成的基本理论，说明南方用木炭所炼钢材坚刚而有光泽，是因五行具全、禀受完备的结果。北方用煤所炼钢材容易脆裂，是因少木而五行不全、禀受欠缺的缘故。现在看来，他的解释虽不免有牵强附会之嫌，但制铳须用南方木炭冶炼的钢材之说，却成为当时火器研制者所能普遍接受的观点，并因其能解决造铳中的实际问题而得到了推广。何汝宾和茅元仪也分别在《兵录》和《武备志》中，转引了赵士桢的研究成果。这一成果推广后，产生了积极的作用，使制造枪炮所用钢材的质量，从燃料的选择开始就有了比较可靠的保证。

2. 对钢材中含碳量的控制

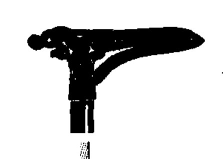
冶炼枪炮管所用的优质钢材，除了要选择木炭作燃料外，还要控制所炼钢材中的含碳量，因为含碳量过低（即熟铁）或过高（如生铁）的钢材，都不能制造枪管和炮管。为了达到所控制的含碳量，当时常用的是脱碳法、炒炼法和灌钢法等炼钢法。

脱碳法是将含碳量较高的生铁，经过多次冶铁脱碳，炼成含碳量适度的钢材，作为制造枪炮的材料。赵士桢在《神器谱·神器杂说三十一条》中，介绍了当时通用的一种炼钢法：

（将铁放到炉中冶炼时，先）用稻草戳细，杂黄土，频洒火中，令铁屎（渣滓）自出，炼至五火，用黄土和作浆，入稻草浸一二宿，将铁放在浆内，半日取出再炼，须炼至十火之外，生铁十斤，炼至一斤余，方可言熟。

从记载的冶炼过程看，他是用剪碎的稻草拌和黄土，频洒火中燃烧，帮助氧化，降低铁熔液中的含碳量，而后再反复进行此过程五至十次以上，将其中的含碳量降低到所控制的范围内。用此法炼成的钢材，含碳量大致为入炼生铁的10%，成为制造枪炮的优质钢材。

炒炼法是先把生铁加热到熔化或基本熔化以后，经过反复炒炼锻打，使其不断氧化脱碳而成为含碳适量的优质钢材。唐顺之在《武编·铁》中提到了类似的方法。他指出：



熟铁出福建、温州等处，至云南、山西、四川亦皆有之。闽出山西及四川泸州者甚精，然南人实罕用之，不能知其悉。熟铁多粪滓（即矿渣），入火则化，如豆渣，不流走（即不流动）。冶工以竹夹夹出，以木槌槌使成块，或以竹刀就炉中画（划）而开之。今人用以造刀、铳（即枪炮管）、器皿之类是也。其名有三：一方铁，二把铁，三条铁。用有精粗，原出一种。铁工作用，以泥浆淬之，入火极熟，粪出，即以锤锤之，则渣滓泻而净铁合。初炼色白而声浊，久炼则色青而声清，然二地（山西与四川）之铁百炼不折，虽千斤亦不能存分两也①。

唐顺之在文中概略地描述了把生铁炒炼成熟铁的三个程序：先把生铁炒炼成“多粪滓”的熟铁；然后将其反复锤打成块，或者把它划开成为方铁、把铁、条铁，即近代所谓的“毛铁”；最后再将毛铁进一步锻炼，除去渣滓，成为制造枪炮所用的优质熟铁或钢材。

后来宋应星也在《天工开物·五金·铁》中描述了炒钢法：

凡铁分生熟。出炉未炒则生，既炒则熟。生熟相和，炼成则钢，凡铁炉用盐做造和泥砌成。其炉多傍山穴为之，或用巨木匡围。塑造盐泥，穷月之力不容造次。盐泥有罅，尽弃全功。凡铁一炉载土（即矿石）二千余斤，或用硬木柴，或用煤炭，或用木炭，南北各从利便。扇炉风箱必用四人、六人带拽。土化成铁（液）之后，从炉腰孔流出。炉孔先用泥塞。每旦昼六时，一时出铁一陀……若造熟铁，则生铁流出时相连数尺内，低下数寸筑一方塘，短墙抵之。其铁流入塘内，数人执持柳木棍排立墙上，先以污潮泥晒干，舂筛细罗如面，一个疾手撒挽，众人（持）柳棍疾搅，即时炒成熟铁。其柳棍每炒一次，烧折二三寸，再用则又更之。炒过稍冷之时，或有就塘内斩划成方块者，或有提出挥推打圆后货者。若浏阳诸冶，不知出此也②。

这是我国古代关于炒钢过程及其技术、工艺最全面的记载，它说明至少在明代后期的大型炼铁作坊，已经出现了把炼铁高炉与炒铁炉串联起来的先进设备。这种设备能使高炉流出来的生铁熔液立即流入炒铁炉中，炼工可直接趁热搅炒，大大节约了燃料，提高了生产效率。

在上述炒炼生铁的过程中，有一道撒播泥粉的工序，其作用主要在于利用泥土中所含的硅土和氧化铁，它们既能帮助生铁熔液中所含的碳氧化，又可使其中的氧化铁生成易熔的硅酸铁——渣，它会促使熟铁凝成较大的块。

灌钢法　继宋代的沈括之后，明代后期的唐顺之、宋应星、方以智等人又作了进一步的论述。唐顺之在《武编·铁》中称，熟钢以生铁合熟炼成，其法有二：

或以熟铁片夹广铁（即广东产的优质生铁）锅，涂泥，入火而团之（即先使熔化，而后与熟铁团结起来，炼成灌钢）；或以生铁与熟铁并铸，待其极熟，生铁欲流，则以生铁于熟铁上，擦而入之。此钢合二铁，两经铸炼之手，

① 明·唐顺之撰：《武编》前集卷五《铁》，河南教育出版社，1994年版，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第317页。

② 《天工开物》卷十四《五金·铁》，《四部精要》13，第1120页。



复合为一，少砂土粪滓（渣滓），故凡工炼之为易也……此二钢久炼之，其形质细腻，其声清甚①。

用此法炼成钢材可以制成精良的枪炮管。

宋应星在《天工开物·五金·铁》中所记载的灌钢法是：

> 凡钢铁炼法，用熟铁打成薄片，如指头阔，长寸半许，以铁片束包尖（夹）紧，生铁安置其上（原注：广南生铁名堕子生钢者妙甚），又用破草覆盖其上（原注：粘带泥土者，故不速化），泥涂其底下。洪炉鼓鞴，火力到时，生钢（即堕子钢）先化，渗淋熟钢之中，两情投合。取出加锤，再炼再锤，不一而足，俗曰团钢，亦曰灌钢者是也②。

方以智在《物理小识·金石类》中说：

> 灌钢以熟铁片加生铁，用破草鞋盖之，泥涂其下，火力熔渗，取锻再三③。

上述情况表明，明代后期的统兵将领与科学家，不但从形制构造上研制适应于各种样式作战需要的兵器，而且从提高兵器所用钢材质量的根本问题上，把握兵器的质量，拓宽了兵器研究的范围，可以说是这一时期兵器技术发展的一大特点。

第二节 军事手工业的发展

明代的军事手工业非常发达，尤以兵器制造最为突出。它由工部系统的有关局，内府系统的有关监、局、库，布政司系统的军器局，都司卫所系统的军器局等多系统组成的一个兵器制造网络。

一、工部系统的军器制造机构

工部原是中书省下设六部中的最后一个部，洪武十三年（1380 年），朝廷罢撤中书省后直接听命于皇帝。工部设尚书 1 人，左右侍郎各 1 人；部内编有办公机构司务厅。部下编营缮、虞衡、都水、屯田 4 个清吏司，各设郎中 1 人，主事 2 人。4 个清吏司都分别职掌一部分与军事有关的城郭营建、军器制造、军实之用、战车与战船建造、军需屯田之事。另有军器局、鞍辔局、铖工局、宝源局等专掌或分掌兵器制造之事④。

1. 军器局

军器局正式设置于洪武十三年是年正月，明洪武帝朱元璋以胡惟庸案发为契机，调整军事机构，“罢军需库，置军器局”⑤。军器局制造各种兵器和鞍辔等器具。至洪武二十六年，鞍辔局从军器局分出而独立成局，军器局便成为明廷主要

① 《武编》前集卷五《铁》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 317 页。

② 《天工开物》卷十四《五金·铁》，《四部精要》13，第 1120 页。

③ 《物理小识》卷七《金石类》，《四部精要》13，第 1189 页。

④ 《明史》卷七二《职官一·工部》，中华书局，1974 年版，校点本《明史》六，第 1759～1760 页。以下引此书均同此版本。

⑤ 《明太祖实录》卷一二九，洪武十三年正月丁未，《明实录》三，第 2055 页。



的兵器制造机构，所造兵器在弘治年（1488—1505 年）前后有所不同。

在弘治年前制造的冷兵器有：二意角弓、黑漆铍子箭、有蜡弓弦、无蜡弓弦、鱼肚枪头、芦叶枪头、马军雁翎刀、步军腰刀、将军刀、马军叉、红油团牌、水磨铁帽、水磨头盔、水磨锁子护顶头盔、红漆齐腰甲、水磨柳叶钢甲、水银摩挲长身甲、并枪马赤甲①。制造的火器有：每三年要造碗口铜铳 3 000 个、手把铜铳 3 000 把、铳箭头 90 000 个、信炮 3 000 个、椴木马子 3 000 个、檀木马子 90 000 个、檀木送子 3 000 根②。

在弘治年后制造的冷兵器有：珠红油铁圆盔 3 600 顶、青甲 3 600 副、腰刀 3 600把、长枪 1 800 条、铁牌盔 240 顶、圆牌 240 面、撒袋 1 800 副、腰刀鞓带 3 600③。制造的火器有：四眼铁枪、各号双头铁枪、夹把铁手枪、大样中样小样佛郎机、佛郎机铁铳、木镶铜铳、觔缴桦皮铁铳、十眼铜铳、七眼铜铳、十眼铜炮④。

军器局除制造各种冷兵器与火器外，还要承担皇帝、皇太子、亲王卤簿车驾等项仪仗兵器：戟、矟、节、角、刀、盾、弓箭、骨朵。这些兵器都由军器局委官督工、计料，按内府设计的样式精工制造，经过质量检验，送呈鸾驾房收贮供用⑤。

永乐十九年（1421 年），永乐帝朱棣迁都北平为北京，不久又在北京设立军器局，与南京军器局并存，后来两局合而为一⑥。

2. 鞍辔局

洪武二十六年前，鞍辔与军器合为一局，至二十六年独立成局。鞍辔局除承担制造皇帝、皇太子、亲王卤簿车驾仪仗的马鞍、鞯、鞦、铃、缨外，还要制造装备军队的马鞍等类似的马具装⑦。

3. 㓦工局

㓦工局又作针工局，洪武二十六年（1393 年）从军器局分出，设官不详。编工匠 690 人，其中：绣匠 232 人、驼子匠 1 人、裁缝匠 211 人、表背匠 11 人、绵匠 2 人、木匠 7 人、毛袄匠 27 人、碾玉匠 14 人、弹棉花匠 2 人、锁匠 1 人、熟皮匠 3 人、撚（niǎn，同拈，用手搓转）金匠 2 人、双线匠 1 人、搭材匠 1 人、刊字匠 2 人、络丝匠 69 人、油漆匠 8 人、毡匠 1 人、画匠 8 人、锁金匠 17 人、旗匠 13 人、打线匠 20 人、冠帽匠 14 人、穿珠匠 8 人、绦匠 13 人、皮匠 1 人⑧。㓦工局除缝制军装外，还为皇家仪仗队制作旗帜、伞盖、团扇、幡旄、幢等用具⑨。

4. 盔甲厂与王恭厂

---

① 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在京成造衙门》,《明会典》, 第 971 页。
② 《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装一·在京成造衙门》,《明会典》, 第 971 页。
③ 《明会典》卷一九三《工部十二·军器军装二·火器》,《明会典》, 第 976 页。
④ 《明会典》卷一九三《工部十二·军器军装二·火器》,《明会典》, 第 976 页。
⑤ 《明会典》卷一八二《工部二·营造二·仪仗一》,《明会典》, 第 921 ~922 页。
⑥ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在京成造衙门》,《明会典》, 第 971 页。
⑦ 《明会典》卷一八二《工部二·营造二·仪仗一》,《明会典》, 第 921 ~928 页。
⑧ 《明会典》卷一八九《工部九·工匠二》,《明会典》, 第 958 页。
⑨ 《明会典》卷一八二《工部二·营造二·仪仗一》,《明会典》, 第 921 页。



盔甲厂始设于宣德二年（1427 年），承造部分兵器。后又设王恭厂，分造十分之三的兵器。两厂都隶属于军器局。正统初年（1436 年），由工部侍郎提督。成化年间（1465—1487 年），改由郎中提督。嘉靖四十三年（1564 年），改由工部主事监督。按当时规定，两厂每年要造盔甲、腰刀等兵器 3 600 件，其余长枪、铳炮、撒袋的制造数量不等。王恭厂曾于天启六年（1626 年）火药失事爆炸，所以明熹宗时改名安民厂。两厂按编制应有各种军匠 9 200 人，分两班定四季制造，每五年清查一次军匠人数，至隆庆五年（1571 年），在厂军匠只有 1 592 人，其规模比初建厂时缩小甚多①。

5. 宝源局

宝源局初设于元至正二十一年（1361 年）二月，其主要任务是制造大中通宝·钱②。明王朝建立后，宝源局隶属于工部，嘉靖年间（1522—1566 年）裁撤。按《明会典》记载，宝源局主要制造香炉、香合、交椅、脚踏、银盆、水罐等用具③。嘉靖二十七年（1548 年），宝源局奉命试造两种比神臂弩更远的克敌弩：一种一次能射 2 支箭，另一种一次能射 3 支箭，试造成功后即进行批量制造，调运“九边”即“九镇”使用（“九镇”的内容见本篇第七章第二节二“依托长城的‘九镇’防御体系”），每镇 1 000 张，共 9 000 张④。在《明会典》中，没有关于宝源局制造火器的记载，但是在近些年来出土的洪武手铳与碗口铳中，铳身铸有“宝源局造”等字样的已屡有所见，可见宝源局也是承造火铳与冷兵器的机构之一。

二、内府系统的有关监局库

由于明廷视火器为机要绝密的神物，对其制造与使用控制很严密，所以有相当一部分火器，由内府系统的有关监、局、库制造与贮存。内府系统包括宦官十二监、四司、八局等机构，又称二十四衙门。其中内官监与兵仗局、十库中的戊子库都与兵器的制造与贮存有关。

1. 内官监之火药作

内官监系十二监之一。监设太监 1 人，左右监丞各 1 人，典簿 1 人，常随奉御无定员，掌印太监 1 人。内官监下设立十个作，火药作是其中之一作，初设于洪武十七年（1384 年），专掌火药制造之事⑤。

2. 兵仗局

兵仗局系八局之一。局设大使 1 人，左右副使各 1 人，掌印太监 1 人，提督军器库太监 1 人；管理佥书等事无定员。永乐十九年（1421 年），朱棣迁都北平（今北京），不久又在北京设立兵仗局，其制如南京兵仗局。正统二年（1437 年），将南京兵仗局改为兵仗局前厂。兵仗局下辖火药作、军器库等作场与库房，是明代主要的兵器制造机构之一。

兵仗局的工匠人数常有变化，嘉靖十年（1531 年）额定的工匠人数为 3 163

① 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，《明会典》，第 971 页。

② 《明太祖实录》卷八，辛丑二月己亥，《明实录》一，第 011 页。

③ 《明会典》卷一八二《工部二·营造二·仪仗一》，《明会典》，第 921 页。

④ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，《明会典》，第 971 页。

⑤ 《明史》卷七四《职官三·宦官》，《明史》六，第 1819 页。



人。其中有：弓匠163人、箭匠129人、弦匠84人、弩匠17人、（弩）箭匠6人、神箭匠52人、刀匠53人、甲匠164人、缨匠159人、牌匠1人、皮帽匠69人、火药匠84人、铁匠169人、减铁匠39人、铜匠55人、银匠27人、银硃匠1人、锡匠3人、镀金匠9人、戗金匠12人、销金匠1人、铸匠39人、钉铰匠15人、络丝匠99人、拔丝匠5人、镟匠68人、挫磨匠220人、铿匠2人、木匠177人、竹匠22人、漆匠174人、彩漆匠13人、雕鑾匠16人、铜鼓匠2人、鼓匠19人、响铜匠11人、表背匠12人、棉花匠22人、针匠67人、裁缝匠215人、鞓带匠141人、绣匠8人、线子匠2人、毡匠37人、染匠64人、熟皮匠15人、斜皮匠3人、毛袄匠3人、履鞋匠3人、索匠4人、刷牙匠24人、剪子匠8人、锁子匠21人、星儿匠7人、绳匠77人、木梳匠11人、篦子匠7人、画匠81人、刊字匠3人、笙匠2人、喇叭匠4人、泥水匠7人、窑匠92人，以及其他工匠111人①。

上述情况说明兵仗局是一个规模大、工匠多、工种齐全、分工细密、相互协同，采用流水作业方式，制造各种军器的军工部门。在3 163名工匠中，有65人以上的工种，有对原材料加工的五金工匠、竹木匠、铸匠、镟匠、皮匠等，有制作军器军装的弓弩箭匠、神箭匠、火药匠、裁缝匠等，有装饰军器军装的漆匠、戗金匠、镀金匠、画匠、刊字匠等，集中反映了明代大型综合性军器军装制造作坊中制作技术与工艺分工的状况。

兵仗局制造的军器军装分定时定额制造与不定时定额制造两大部分。定时定额制造的军器军装主要是摆朝（皇帝上朝时摆设的军器）、上直（皇宫侍卫值班的军器）、围子手、锦衣卫的官旗、将军及都知监带刀长随的盔甲及军器。按明廷规定，弘治年以后每三年成造一次下述各种军器军装：抹金凤翅盔、镀金护法顶香草压缝六瓣明铁盔、镀金十字铃杵顶香草压缝六瓣明铁盔、镀金宝珠顶勇字压缝腰箍口箍六瓣明铁盔、黄铜宝珠顶香草压缝六瓣明铁盔、硃红漆贴金勇字铁盔等22种头盔；抹金甲、青织金云纻丝裙襴鱼鳞叶明甲、红绒绦穿齐腰明甲、大叶明甲、青棉布绳穿齐腰甲等20种铠甲；桑木弰黑漆弓、雀桦弓、神臂弓、黑漆弓、黑漆鲨鱼及弓等6种弓；黑鹏翎翎桦木杆凿子铁箭、黑鹏翎竹杆偏脊铁箭、黑鹏翎竹杆三不齐铁箭等6种箭；黑漆杆黑披缨长枪、旗枪拐子等2种枪；绿线扎靶红斜皮描金鞘黄铜摩挲刀、黑漆弰靶摩挲刀、硃红漆硃靶滚刀等20种刀；硃红油苗金撒袋、麻子油真皮撒袋等4种撒袋；黄铜骨朵等2种骨朵；浑铜爪、黄铜爪等4种爪；贴金彩画挨牌；硃红漆攒竹竿步叉等2种叉②。以上盔、甲、弓、箭、枪、刀、撒袋、骨朵、爪、牌、叉等11类88种军器军装，反映了兵仗局所制冷兵器的状况。

兵仗局在弘治年以前制造的火器有：火车、火伞、大样军、二将军、三将军、夺门将军、神枪、神铳、斩马铳、手把铜铳、手把铁铳、碗口铳、一窝蜂、神机箭、铳箭、襄阳炮、信炮、盏口炮、神炮、大样神机炮、小样神机炮、碗口炮、铜炮、大炮、小炮、旋风铜炮、炮里炮。弘治年以后制造的火器有：四将军、五

① 《明会典》卷一八九《工部九·工匠二》，《明会典》，第959~960页。

② 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在京成造衙门》，《明会典》，第971~972页。



将军、九龙筒、飞枪筒、快枪、无敌手铳、鸟嘴铳、佛郎机流星炮、三出连珠炮、百出先锋炮、铁棒雷飞炮、火兽布地雷炮、虎尾铁炮、石榴炮、龙虎炮、发熕火器①。由此可见，兵仗局是明朝制造火器品种最多的机构。

兵仗局还经常奉命制造一些各地急需的兵器。如弘治十三年（1500 年），明廷令兵仗局赶造神臂弩 5 000 张及配用箭，颁发部队使用②。隆庆五年（1571 年），明廷指令兵仗局给各镇驻军调拨军器③。

从兵仗局制造的兵器种类可知，它与军器局既同为明廷的两大兵器制造机构，但又有一定的分工。在冷兵器制造中，兵仗局以保卫皇宫所用的精致冷兵器为主，对兵器的质量、制作工艺和装饰要求都比较高。军器局则以制造装备军队使用的一般冷兵器为主，其质量、制作工艺和装饰要求要低于前者。在火器制造中，兵仗局要比军器局的任务重。《明会典》将大样中样小样佛郎机铜铳列于军器局所造火器中，但迄今出土的佛郎机子炮或母炮中，炮身表面所镌刻的制造单位都是兵仗局，而且数量也较《明会典》记载得多，可能是误记了。

3．戊字库

戊字库系内府系统中的甲字、乙字、丙字、丁字等“十库”之一，主要用于贮藏京城与各地军器部门制造的弓箭、盔甲等冷兵器，京城驻军所需兵器也常从该库提取。嘉靖二十一年（1542 年），明廷下令戊字库官员将贮藏的 10 641 副弓箭、撒袋、腰刀，发给巡捕九门官军使用④。嘉靖二十八年，明廷在北京西安门附近建造试验官厅一处，专门检验各地送来的弓箭弦等兵器，经兵工二部官员检验合格后，送戊字库贮藏⑤。若戊字库贮藏兵器过多，便分发给驻京部队收藏。如嘉靖三十年，明廷下令将戊字库收贮的 160 000 件长圆挨牌，分送北京九门驻军收藏⑥。由此可见，戊字库是明廷设于内府的兵器贮藏基地，具有贮藏与周转各地兵工厂局所制兵器成品的作用。

三、布政司系统的军器制造机构

这是明朝地方行政系统所统辖的兵器制造机构，分布较广，差不多每个布政司都有。有些布政司下辖的府手工业比较发达，也设有兵器制造机构，它们大多以制造冷兵器为主，有时也奉命制造一些火铳。除按常规定额制造外，有时还奉朝廷之命进行集中制造，以满足特殊的需要。

洪武十一年（1380 年）五月，明廷下令全国除四川和陕西两个布政司外，其余浙江、江西、湖广、广东、广西、河南、福建、山东、山西、北平等 10 个布政司，以及湖州、松江、嘉兴、苏州、太平、徽州、德州、镇江、宁国、庐州、淮安、扬州、安庆、常州、池州等 15 个府治所在地，都要承担一部分冷兵器的制造任务。在此命令下，它们在当年共制成甲胄 13 465 副、马步军刀 21 000 把、弓

---

① 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在京成造衙门》，《明会典》，第 971 页。
② 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，《明会典》，第 971 页。
③ 《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装二·火器》，《明会典》，第 976 页。
④ 《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装二》，《明会典》，第 978 页。
⑤ 《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装二》，《明会典》，第 977 页。
⑥ 《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装二》，《明会典》，第 978 页。



35 010张、箭 1 720 000 支，共 1 789 475 件①。

洪武十六年（1383 年）十一月，明廷又命广西、浙江、福建、湖广、江西、广东六个布政司，各造水磨明甲 1 000 副；松江、常州、苏州、池州、淮安、安庆、庐州七个府治所在地，各造水磨明甲 300 副②。洪武十七年八月，明廷又命浙江、江西、福建三个布政司，每年要造黑漆弓 200 张，以备军用③。

在大规模战争已经基本结束的情况下，仅地方一些布政司及府所辖的军器局就要制造如此数额的兵器，反映了朱元璋在“武功耆定”的和平时期，“亦不忘武备”的思想。

自弘治年（1488—1505 年）起，明廷规定一些布政司，每年除制造本部和本地所需要的兵器外，还要向工部上交一定数额的兵器：其中浙江布政司弓 12 077 张、箭 200 000 支、弦 110 785 条；江西布政司弓 25 896 张、箭 198 796 支、弦 129 292条；福建布政司弓 16 000 张、箭 199 962 支、弦 79 963 条；湖广布政司弓 574 张、箭 191 330 支、弦 2 862 条；南直隶弓 2 960 张、箭 330 000 支、弦 14 800 条。以上共有弓 57 507 张、箭 1 120 088 支、弦 337 702 条④。

时至万历十五年（1587 年），一些布政司及府州上交的兵器数又有所调整。其中浙江布政司上交弓 22 000 张、箭 220 000 支、弦 110 000 条；江西布政司上交弓 25 873 张、箭 198 879 支、弦 132 008 条；福建布政司上交弓 16 000 张，箭 200 000 支，弦 79 500 条；湖广都司上交弓 574 张、箭 191 333 支、弦 2 867 条；南直隶州府上交弓 2 320 张、箭 244 000 支、弦 12 807 条。以上共有弓 66 767 张、箭 1 034 212支、弦 335 975 条⑤。

四、都司卫所系统的军器局

这是朝廷派驻各地的驻军系统所设立的兵器制造机构，分布也比较广。这些军器局设置的年代有先有后，出土的洪武十年所制铜手铳中，有的就是一些卫辖军器局所造，说明在洪武十三年朝廷设立军器局以前，有的卫所已经设立军器局制造兵器了。但是军卫制造兵器也并非自洪武十年始，早在洪武四年，明廷就下令全国有条件的军卫制造脚蹬弩⑥。洪武二十年，明廷正式下令各都司卫所设立军器局，制造兵器，以满足当地驻军的需要⑦。景泰二年（1451 年），明廷在“土木堡之变”后，为防御北方蒙古势力的侵扰，即按此要求，下令每卫每季要造盔甲、枪、刀各 40 件、圆牌 20 面、弦 80 条、箭 1 200 支、撒袋 40 套、铳箭 400 支，每千户所要造上述数量的 1/4⑧。

到弘治元年（1488 年），明廷将此项规定制度化，要求各都司每年除制造本部和本地所需要的兵器外，还要向工部上交一定数额的兵器。其数额以“副”为基

① 《明太祖实录》卷一一八，洪武十一年五月丙子，《明实录》三，第 1928 页。
② 《明太祖实录》卷一五八，洪武十六年十一月己酉，《明实录》四，第 2441 页。
③ 《明太祖实录》卷一六四，洪武十七年八月己卯，《明实录》，第 2536 页。
④ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在外成造衙门》，《明会典》，第 973 页。
⑤ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在外成造衙门》，《明会典》，第 975 页。
⑥ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，《明会典》，第 971 页。
⑦ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在外成造衙门》，《明会典》，第 972 页。
⑧ 《续文献通考》卷一三四《兵十四·军器》，《续文献通考》二，第 3995 ~3996 页。



数进行计算。每“副”包括盔甲和腰刀各1件、弓1张、弦1条、箭30支、撒袋1套、铳箭5支，每2“副”加团牌1面、长枪1根（弘治九年，改长枪为斩马刀，改团牌为长牌）。按此规定，各都司上交兵器的“副”数为：浙江都司2 760副，江西都司1 080副，福建都司1 760副，福建行都司840副，山东都司2 760副，河南都司1 560副，大宁都司1 800副，北直隶卫所6 240副，南直隶卫所6 120副，共24 920副。弘治二年（1489年），明廷令各都司制造的副数减半，则其总数也减半为12 460副①。各边卫的制造能力有限，所制造的兵器留本部使用，不必上交，其不敷使用的缺额，由工部统一调拨，补发给各边卫使用。

至万历十五年（1587年）吏部尚书申时行《进重修大明会典表》时，各都司卫所上交工部的兵器副数又有所调整：其中浙江都司2 000副，江西都司460副，福建都司1 680副，河南都司884副，山东都司1 600副，北直隶卫所1 426副，南直隶卫所4 600副，共12 650副②。其余各都司所造兵器留本军使用。

五、有关军器的各项管理制度

有明一代，关于军器的制造和验收，计划和规范，关领（即请领）和调拨，保密和控制等，都有严格的制度规定。这些制度自明初开始陆续制定，而后又随着情况的变化不断进行相应的调整和修改，使之逐步完善和适应形势变化的需要。从《明史》、《明实录》、《明会典》、《武编》、《武备志》等有关明代的多种文献记载中，大致可以归纳出如下几方面的管理制度。

1．制造和验收

明代的军器制造，先由各都司卫所官员根据本军实有人数和实际需要数量，如实登记造册，送兵部武库清吏司审核，而后呈报工部，经朝廷批准后，由工部委派官员监督制造，并向有关的厂局下达制造任务。接受任务的厂局即计算工料，订立规程，如法制造。同时工部也要根据全国军队装备军器的总量，以及对军器的增配、更新、消耗等需求，经常核查库存军器的数量，如有短缺，必须及时申报补造，以备军需。对已经制成的军器，在京的须由工部官员会同兵部和御史台官员，在所制成品中抽取样品，对照兵仗局提供的标准件进行对照检查和试验。有的军器如火铳，还须按镌刻制造单位和工匠的姓名进行核查，以示严格。对于外地各都司卫所制成的军器，则由巡按御史会同按察司官司员进行核查。经过检查合格的产品，在京检查的送交内府戊字库贮藏待用。如果发现不按规定的规格和工艺制造的军器，或者克扣隐瞒匠料者，要根据情节作出退回重造、降职降薪乃至发边地卫所充军，或依法治罪，从重处罚。如果内局（指兵仗局）铸造的火器在演放中发生炸裂，也要退回赔料改造，并追查经造人员的责任。如果各卫所的制品不合格，那么卫指挥和千户、百户官员要降职一等叙用，并不许管事，经手制造的旗军要发边地充军。如果所制军器精美合式，则给予晋升或物质奖励。

为了便于在京师检验各地送来的军器制品，明廷还在嘉靖二十八年（1549年），在北京西安门附近专门建造试验厅一处，按规定程序检验由四个军器制造系

① 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在外成造衙门》，《明会典》，第972～973页。

② 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·在外成造衙门》，《明会典》，第973～975页。



统送来的成品，将检验合格者登记造册，送交内府的戊字库贮藏①。

明廷对军器库的官员也有严格的要求。凡是经检合格的军器，必须按规定入库，不得借故刁难送解军器来京的人员。库存军器要有存底清册，对损坏短少的军器数额要照册呈报，除该存留者外，一律送交兵仗局或军器局。京城九门的存留军器应及时清查修换，妥善贮存于各门的军器库内，由守门指挥等官员看守，每年五月由兵工二部派官员会同照册查盘，不许损失②。

2. 计划和规范

按明廷规定，各军器制造系统在制造军器时，都要按朝廷下达的常年或临时计划定额和工艺规范进行制造。如弘治十三年（1500 年），明廷给一些布政司临时下达制造斩马刀的计划：山东 2 500 把、河南 2 000 把、浙江 4 000 把、福建 2 000 把、江西 1 500 把、南直隶 1 500 把③。又如嘉靖三十二年（1553 年），明廷给盔甲厂临时下达制造 960 件拒马枪分给八个营试验的计划④。至于明廷下达的常年制造军器的计划，前文已有详细叙述，此处不再赘述。

各军器制造系统在按计划制造军器时，还要遵守各部制定的若干工艺规范和行政规定。诸如铜手铳的重量为 5～10 斤；青布铁甲每副用铁 40 斤 8 两，成甲重量 24～25 斤；每副甲领叶 30 片、身叶 309 片、分心叶 17 片、肢窝叶 20 片；弓、箭、弦的工本单价分别是白银 6.2 钱、0.3 钱、0.5 钱；碗口铳按胜字编号（后有所改动）、手把铜铳按列字编号；盔甲厂和王恭厂的军匠，每月食粮为 10 斗～4 斗不等⑤。这些规范和规定，是军器制造标准化的反映，也是军器制造进入一元化发展阶段的重要标志。

3. 配发和关领

明军装备的军器均按官兵编制的员额进行配发和关领（即请领）。平时由各地驻军根据需要和缺额造册呈送兵部，兵部则根据各项军器的配发原则和规定进行审核，如果不符合便即行驳回，如果符合便照数移文工部。工部有关厂局即委派官员查勘，经查勘无误后即按数配发，并同时收回旧件。各地驻军在关领军器时，要登记领用官兵的姓名，以备查考。如有军器损失，即令按价赔偿⑥。各边地驻军所用的军器，由工部从库存或就近的内地都司卫所及布政司所造的军器中调拨⑦。有些边地驻军所关领的兵器还有规定的年限，如隆庆至万历年间（1567—1620 年）规定：宣（府）大（同）两镇，每 5 年关领供火铳使用的神机箭 10 000 支；宣府镇每 5 年关领一次火器；蓟镇每 3 年关领一次火器；辽东镇每 3 年关领焰硝 30 000

---

① 《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装二·火器》，《明会典》，第 977、976 页。

② 《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装二·火器》，《明会典》，第 978 页。

③ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，《明会典》，第 971 页。

④ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，《明会典》，第 971 页。

⑤ 以上各项规定，见《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一》、卷一九三《工部十三·军器军装二》，《明会典》，第 970、976 页。

⑥ 以上各项规定，见《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一》、卷一九三《工部十三·军器军装二》，《明会典》，第 970、977 页。

⑦ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一》、卷一九三《工部十三·军器军装二》，《明会典》，第 977 页。



斤、硫黄2 000斤；延绥镇每年关领硫黄3 500斤；宣府镇每5年关领焰硝50 000斤、硫黄10 000斤；宁夏镇与甘肃镇每5年关领硫黄3 000斤①。京营在春秋操练时均向军器局关领兵器，用毕归还。侍卫军和京城九门驻军所使用的军器，也按规定的使用年限，从内府的戊字库中兑换。战时由奉命出征的将领向兵部提交关领军器的计划，经工部审核后按数配发②。

4. 控制与保密

明廷视军器制造为军国大事，控制极严，禁令屡申。军队所用军器，除存操备之数外，一律入库，神枪、神炮不许擅造，军器尤其是火器制造之法，严禁外泄。除特殊需要和经朝廷批准者外，各地不得自行制造，如有违反者，“在内（京）拏送法司，在外拏送巡按御史，从重治罪”③。

明代所设多系统的军器制造机构，具有如下特点：其一是中央与地方并举，中央掌握在京的军器制造机构，重点在于制造火器及其他精良的军器，担负军器创新与性能提高的重任，并督促和检验地方所造的军器，地方制造的军器除装备本地驻军外，还送交中央统一调配，充实了中央军器库的库存；其二是军民结合，各地都司卫所与布政司所辖的军器局，都按明廷统一下达的计划与规格制造军器，有利于就地选拔和集中技术与工艺较高的军匠与民匠，利用当地较好的设备与原材料，制造数量多、质量高、品种齐全、适应本地驻军需要的军器，既扩大了军器的来源，又减少了军器长途转输所耗费的白银；其三是火器与冷兵器兼备，在京的军器局与兵仗局以制造火器为主，兼造冷兵器，在各地的军器局以制造冷兵器为主，兼造少量经过批准的火器，形成了有机的分工，满足了军队对火器与冷兵器的不同需求；其四是平时与战时兼顾，各系统的军器制造机构，在平时按照明廷下达的常年计划进行不间断的制造，以备战时之需，战时则按照明廷下达的临时计划进行应急性的制造；其五是以充裕补不足，朝廷可以从原料丰富、制造能力较强的浙江、江西、福建、河南、山东、两直隶调拨一部分军器，补给原料不足、制造能力较低、军器消耗较多的边远地区的驻军，以满足它们对军器的需求。

明廷为军器制造与使用制定的许多规章制度，保证了军器制造的数量与质量，有利于对军器的管理，既能满足军队对军器的需要，又能加强对军器的严密控制，不致因军器的散失而发生意外的事件。

明王朝的统治者为巩固自己的统治而设立的多系统军器制造机构，消耗了大量的费用，这些费用都由国家拨给，成为纯消耗性的财政支出，这就必然会加重劳动人民的负担。

---

① 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一》、卷一九三《工部十三·军器军装二》，《明会典》，第978页。

② 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一》、卷一九三《工部十三·军器军装二》，《明会典》，第970~978页。

③ 《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装二·火器》，《明会典》，第978页。

第二章
钢铁兵器与战车

随着钢铁冶炼和铸造技术的提高，明代的钢铁兵器已进入成熟的发展阶段，为明军半数左右的士兵提供了精良的装备。军用战斗车辆不但数量激增，而且品种也大为增加，火箭车、炮车与综合性火器战车纷纷问世，在各种样式的作战中发挥了重要的作用。

第一节　钢铁兵器

明代的钢铁兵器，在射远兵器、格斗兵器、护体兵器、防护装具等方面，较之前代又有较大的发展。

一、射远兵器

枪炮虽然在明军的装备比例上呈明显的上升趋势，从洪武时期的10%上升到嘉靖年以后的50%左右，其射程与杀伤力也都超过了弓弩。但是由于制造枪炮的铜、铁等材料有限，造价昂贵，所以还要制造相当数量的弓弩，以满足作战的需求。

1．弓

明代制造的弓种类繁多，除部分沿袭宋代者外，又增加了许多新品种。其中有：守边将士使用的开元弓；北京驻军使用的槽梢弓、槽坝弓、大梢弓、小梢弓（图2－2－1），它们具有弦短、口紧、背曲的特点，士兵拽之易满，便于发射；河南驻军多用陈州弓，南京驻军多用小梢弓，属于窄面短身弓。可见弓的形制构造和规格大小要因地因时而异，不可强求一致。当时最著名的弓，有军器局采用安南藤柳制造的交阯弓，其弓久用而不易变形；还有适用于骑兵使用的轻便灵巧的二意角弓。此外，兵仗局还制造了一些特殊的弓，如桑木弰黑漆弓、黑漆弓、桑木弰雀桦硬弓、雀桦弓、黑漆沙鱼皮边弓等①。它们大多是强劲的硬弓。

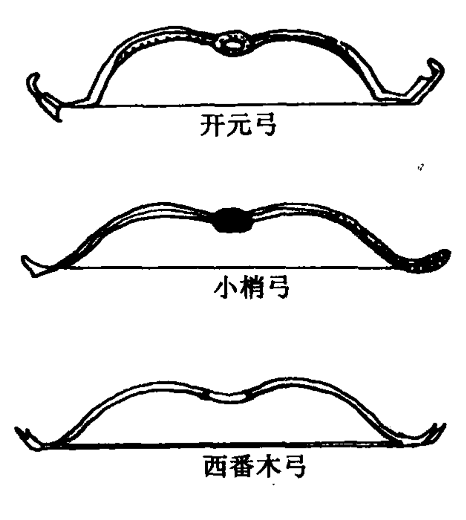


图2－2－1　明军的弓

对弓的制造工艺，明代的统兵将领兼军事技术家唐顺之、何良臣、王鸣鹤和茅元仪等在他们的著作中都有不少论述。他们把《考工记》中有关的基本工艺与

① 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，《明会典》，第972页。



技术，与当时的实际情况结合起来进行研究，具有一定的指导作用。科学家宋应星对此犹有独到的见解，其主要论点有七：

其一，弓体以竹片削光的一面与牛角相贴辅者为上品，既坚韧而又有较大的弹力，东北无竹，则应选柔韧的木材，弓的末梢当用桑木制作，并在梢上刻凹槽，以便扣弦。

其二，制弓的竹片以秋天采伐者为佳，中腰微小而两头稍大，长约2尺多。其一面削光粘胶贴角，另一面铺置牛筋与胶而固之。牛角相接时，接口应选在弓体中央，而且要成犬牙交错式相接（如果没有长牛角，便以四节羊角相接续），并用筋胶加固，胶外再固以桦树皮（用桦皮裹其外，手握如软绵）做弓靶（即弓把）。

其三，牛筋以牛脊梁的方条筋为好，约重30两，杀牛取筋后便浸泡在水中，不使纠合。制弓用的胶要用鱼脬、杂肠煎制而成，用东海的石首鱼（黄花鱼）、浙中的白鲞（晒干的黄花鱼）和东北海鱼之脬制成的胶，其坚固的程度过于钢铁。缚固用的丝以苎麻丝和蚕丝为好。要想制造一张良弓，筋、胶、丝三者缺一不可。

其四，弓坯制成后，要安置在弓室的梁架上，地面要置火盆作适度烘焙，少者10日，多者两月，待其津液透干后取下磨光，再以筋、胶、漆加固，便可成良弓。

其五，弓弦用吃黄桑叶的蚕茧制作，每条弦需要用20多根丝绞股作骨，然后用线横缠紧约。缠丝每隔7寸空1～2分，以便从弓体上取下时成叠存放。弦要常用黄蜡涂擦，以便保护。

其六，造弓时弓力的强弱要因人而异。上力为120斤，中力减去二三成，下力则减半①。所用各种材料也要作相应的减少。

其七，良弓收藏时不可放在霉湿之处，将士的家里在放弓之处可置烘厨、烘箱，中置炭火，将湿气烘干。士兵用的弓可安置在灶突之上，达到烘干去湿之目的②。

宋应星的论述，同《考工记》和南宋华岳所著《翠微北征录》中的论述，既有原理上的相似性，又有技术和工艺上的创造性，是当时制弓科学性提高的一种表现。

2. 弩

弩是明代又一种射远的冷兵器，有重型和轻型之分。明军使用较多的弩是蹶张弩，通常又称脚踏弩。洪武四年（1371年），朝廷下令给守边部队装备脚踏弩，并令“天下军卫如式制造”③。弘治十三年（1500年），朝廷又令兵仗局制造“神臂弓五千张并箭”④。由于枪炮火箭等火器使用的增多，以及床子弩等重型弩“费人多，可以守，不可以战”⑤ 等原因，所以便废弃重型弩而保留轻型弩，其中有神

① 此处所说弓的张力较大。永乐元年（1403年）三月，明廷下令制造的弓，其弓力只有70～40斤四个等级，发给体力不同的士兵使用。

② 《天工开物》卷下《佳兵第十五·弧矢》，《四部精要》13，第1122页。

③ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，第970页。

④ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，第970页。

⑤ 《武备志》卷一〇三《军资乘·器械二·弩》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第778页。



臂弩、克敌弩、双飞弩、窝弩、蹶张弩、腰开弩、诸葛弩、苗人竹弩、宣湖射虎竹弩等（图2－2－2）。神臂弩是在宋代神臂弓的基础上改制而成的，按张弓的力量可分为150斤、120斤、90斤三个等级，弩长4.5尺，发射7.5寸长的箭，可射300步远。克敌弩是由宝源局于嘉靖二十七年（1548年）制造的硬弩，每次可射2～3箭，比神臂弩射得远，由军器局调拨给“九边”（又称“九镇”）的驻军使用。九镇是北部长城沿线自东向西的辽东、蓟镇、宣府（今河北宣化）、大同、山西、延绥（今陕西榆林）、宁夏、固原、甘肃九个军事重镇，每镇可得1 000张①。双飞弩安于简单的木架上，用两头带铁钩的木棍扳张，用脚踏放，可将箭射至三四百步远。诸葛弩可连射10箭，箭镞涂有射虎毒药，射中敌军人马后，见血即毙。苗人木弩、苗人竹弩、宣湖射虎竹弩，也都是发射毒箭的弩。

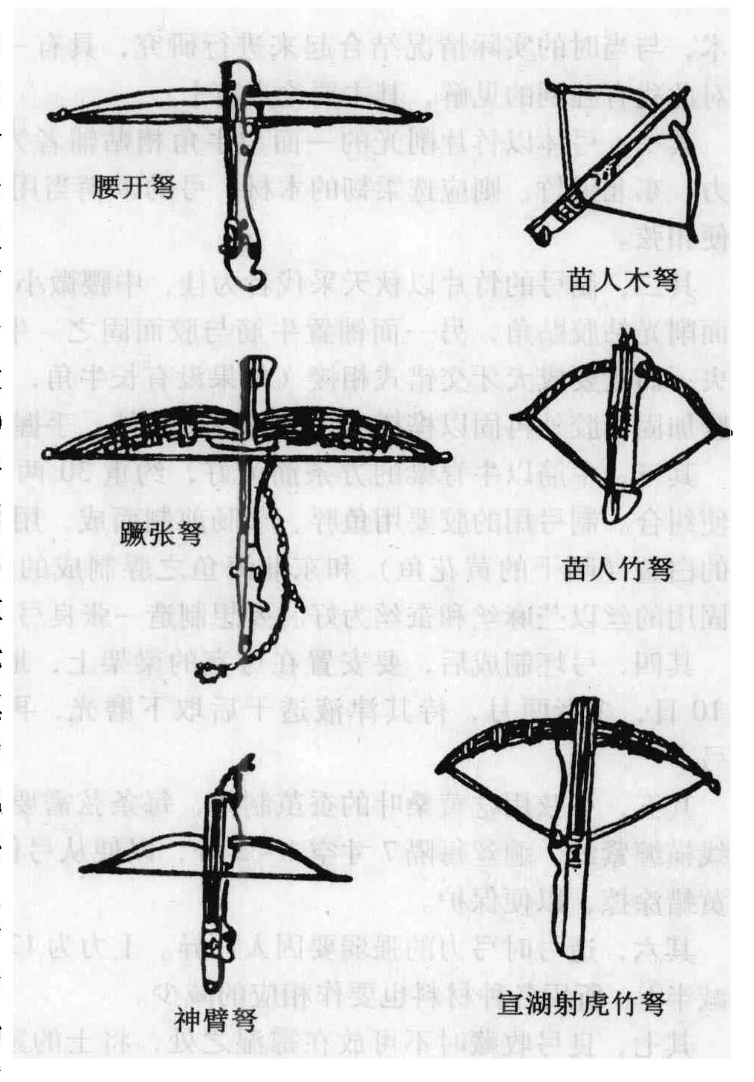


图2－2－2 明军的弩

茅元仪对当时制弩的工艺也有详细的叙述。他认为弩身要用枣红木和棠梨红木制作为佳，要按规定的尺寸制造。弩机要按设计的尺寸用铜制作。弩担要选用风干三年以上、反弹力强、刚劲而又坚韧、没有蛀虫的上好毛竹为原料。弩弦要选用上好的苎麻或川麻制作。膝绊、脚索和弩箭也都要精选细作，才能造出精良合用的弩。

3. 箭

明军使用的箭，既有改制宋代的箭，又有新创制的箭，王鸣鹤在《登坛必究·器械卷》中记载了33种（图2－2－3 选绘了几种）：

1. 透甲锥箭；2. 柳叶箭；3. 凿子头箭；4. 眉针箭；5. 菠菜头箭；6. 菱叶头箭；7. 两开肩箭；8. 免叉箭；9. 狼舌头箭；10. 月牙箭；11. 铲子箭；12. 艾叶头箭；13. 铁朴头箭；14. 三叉箭；15. 木朴头箭；16. 无扣箭；17. 鞭箭；18. 袖箭；

① 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，第971页。

19. 筒子箭；20. 流星箭；21. 踈羽箭；22. 没羽箭；23. 踏蹶箭；24. 寒鸦箭；25. 𧥛子箭；26. 刻竹箭；27. 荞麦棱箭；28. 四扣马箭；29. 半边扣箭；30. 旋风羽箭；31. 一枪三剑箭；32. 皮顶角顶小朴头箭；33. 铁杆三须短命箭。

上述33种箭，大多用于射杀敌军人马，教练士兵习射。除用弓发射外，其中还有用铜溜子、竹筒和用手直接射出的鞭箭、筒子箭、袖箭。它们的射程少则30步，多则百步，甚至更远。

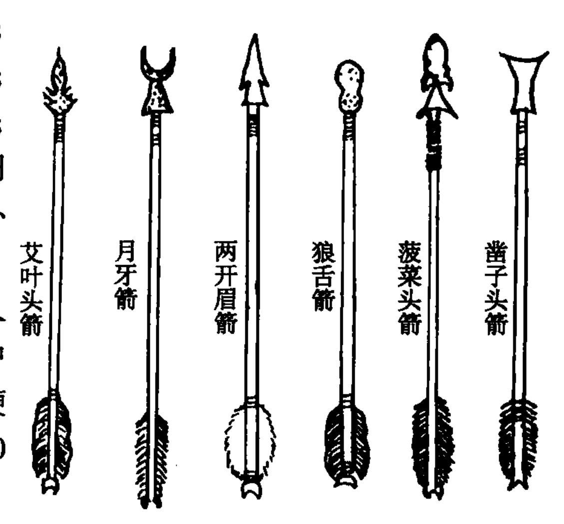


图2－2－3　明军的箭

对于箭的制作工艺，当时也有很高的要求。箭杆要选用上好的桦木、柳木、荆木制作，箭镞与箭杆的匹配要相称，杆身要两头稍细，中间稍粗。镞头要点钢，以便穿透铠甲。铁镞要深入箭腹五寸方好。箭羽翎要上漆缠丝，免受潮湿①。羽翎以用雕、鹰、鸱鸮的羽毛为佳，雁、鹅的羽毛为次。用雕羽作翎的箭，其飞行要快于用鹰、鸮羽作翎的箭，而且飞行端正平稳，能抗风吹，北方游牧民族多用雕羽作翎，故其性能要优于汉族军队用雁、鹅羽作翎的箭。用鹰、鸮羽经过精工制作的箭翎，虽优于用雁、鹅羽作翎的箭，但仍不如雕翎箭②。箭之轻重当以弓力为准，若用南方的小弓发射北方的大箭，则不能过30步；用北方的大弓发射南方的竹箭，则其箭必折③。

宋应星、唐顺之、何良臣、王鸣鹤、茅元仪等人，关于弓、弩、箭的制造、维修、保养和使用技术的论述，充发反映了当时射远兵器科学水平提高的状况。

二、格斗兵器

格斗兵器在明代除长柄刀、枪、戟、斧、狼筅、棍棒外，镋钯类兵器使用尤多，它们的形制构造虽与宋代的同类兵器大同小异，但也有不少创新，明代后期的兵书记载尤多。

1. 长柄刀

长柄刀是明军使用的基本兵器之一，基本形式有钩镰刀、偃月刀、象鼻刀、仰月刀、合月刀、三尖两刃刀、骑兵雁翎刀、斩马刀、长倭刀、腰刀、手刀等（图2－2－4）。钩镰刀刃弯曲如外突镰，刀尖似尖钩，可劈、可斩、可戮，是常用的战刀。偃月刀与钩镰刀大致相似而稍窄，主要用于操练。象鼻刀的刀尖弯曲如大象之鼻。仰月刀的刀刃如凹向月牙横置柄端。合月刀的刀刃如凸向月牙横置柄端。三尖两刃刀是刀头有三锋且两侧开刃的刺砍兼用刀。骑兵雁翎刀供骑兵在马上砍杀敌军士兵。斩马刀的刀头较长，刀刃弯曲较少，主要用于劈斩敌军的马腿。

① 《登坛必究·器械卷》一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第616页。
② 《天工开物》卷下《佳兵第十五·弧矢》，《四部精要》13，第1123页。
③ 《登坛必究·器械卷》一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第616页。



长倭刀系仿倭刀所制。腰刀长三尺、重 10 斤、短柄长刃、刀刃的弧度较大，为明军佩于腰间的卫体兵器。手刀是沿用宋代的短柄护身刀。此外，《明会典》还记载了明军官兵使用的 18 种刀，从刀的名称看，装饰极为考究，如有红鲨鱼皮靶的减金腰刀、减银腰刀、减金倭腰刀，有黑漆鞘靶的腰刀、滚刀、黄铜刀、摩挲刀、马刀、米昔刀等 ①。

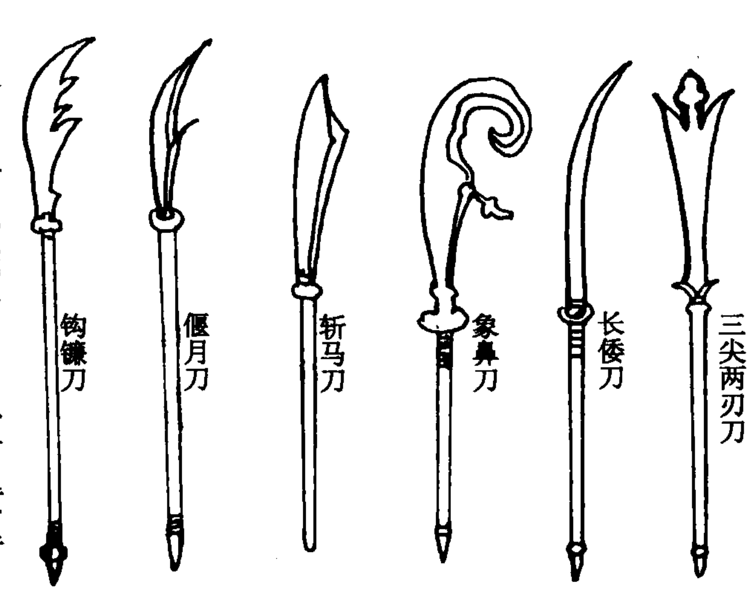


图 2－2－4　明军的长柄刀

明代历年制造军刀的数量都很多。如洪武十一年（1378 年），制造马步军刀 20 000 把。弘治十年（1500 年），明廷令山东、河南、浙江、福建、江西、南直隶等布政司和府，分别造斩马大刀2 500把、2 000 把、4 000 把、2 000 把、1 500 把、2 500 把，共 14 500 把解送工部听用 ②。为了保证造刀的质量，明廷还令兵仗局于弘治九年（1496 年）造精致腰刀 20 把，送浙江、福建、江西、河南、山东、南北直隶的巡抚、按察镇守官处、各督所属部门，依样制造③。抗倭名将戚继光还对腰刀的制作工艺提出了具体的要求：

> 腰刀造法：铁要多炼，刃用纯钢。自背起平铲平削，至刃平，磨无肩乃利，妙尤在尖 ④。

此记载说明，戚家军所用的腰刀，当是用夹钢法制成的脊背坚刚，刀刃柔韧的钢刀。

2. 长柄枪

长柄枪是明军与长柄刀并用的格斗兵器。有长枪、长头枪、短头枪、矛式枪、铁钩枪、龙刀枪、钩镰枪、燕尾枪、凤头枪、蛇枪、飞枪等（图 2－2－5）。长枪的枪头重不过 4 两。枪柄自前向后略呈加粗状，尾部粗细以一手可握为当，以便单手握枪刺敌，长头枪头长 6.5 寸，重 3.5 两至 4 两，短头枪头长 3.3 寸，重 1.2 两 ~1.3 两。这两种枪用竹或坚木作柄，柄长 1.2 丈左右，尾端不安镈。矛式枪头长 7 寸，重 4 两，形如矛头，能刺坚物。铁钩枪连锋带钩长 1 尺，柄粗 9 分，可刺可钩。龙刀枪枪锋呈三角形，锋尾后部有向前微弯的尖钩，可刺、可砍、可锉。钩

① 《明会典》卷一九二《工部十二・军器军装一・军器》，第 972 页。
② 《明会典》卷一九二《工部十二・军器军装一・军器》，第 970 页。
③ 《明会典》卷一九二《工部十二・军器军装一・军器》，第 970 页。
④ 《练兵实纪杂集》卷五《军器解上・腰刀解》，《中国科学技术典籍通汇・技术卷》五，第 499 页。

镰枪前有锋，旁有倒钩，可刺、可钩①。燕尾枪枪头呈倒八字形叉锋，便于从旁戳刺，因形似燕尾而得名。凤头枪枪头如彩凤立于柄端，因而得名，凤尾三锋尖翘，刺杀有力。蛇枪枪头如蛇盘绕，蛇尾上翘成锋，以刺敌兵。飞枪轻巧，便于投掷②。戚家军使用的线枪，头长2尺，形似菠菜叶，柄长9尺，重3斤，粗1寸，与腰刀配用。该军另用一种透甲枪，铁头长1尺，呈扁薄形，锋长3寸为钢，两侧刃具用钢，系用夹钢法制成，最利马上直戮③。与腰刀一样，戚继光对线枪的制作工艺也提出了类似的要求。

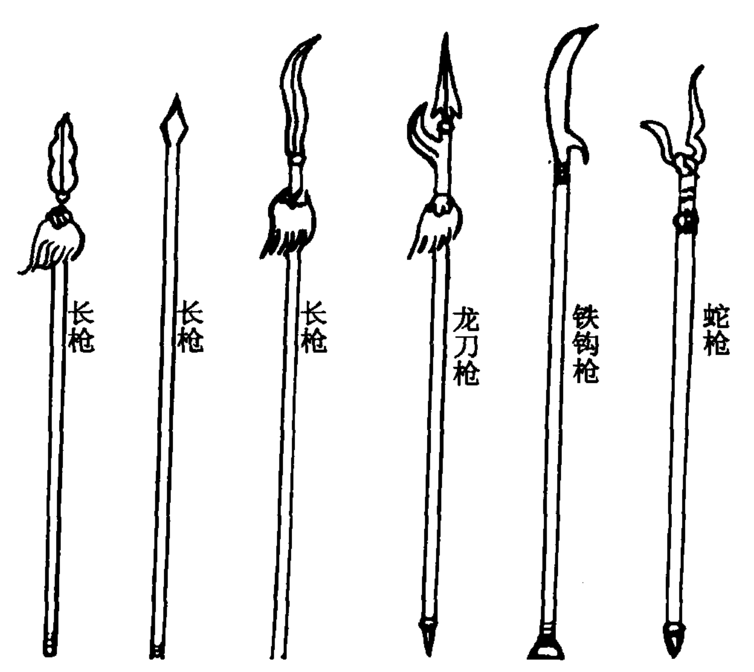


图2-2-5　明军的长柄枪

据《明会典》记载，弘治年间（1488—1505年）军器局与鞍辔局每年要造长枪1 800条，各地方布政司、府也要按朝廷规定数额制造，其种类有长枪、马枪等④。

3. 长柄戟

戟在唐代以后使用较少，明代使用也不多。见于记载的有朱元璋起义军，在元至正二十三年（1363年）六月坚守南昌时，曾用铁钩、铁戟穿过木栅，刺扎陈友谅的攻城官兵。明万历年间的陕西按察使刘效祖，在其所著的《四镇三关志·建置考》中，记载了明军使用的方天戟、双戟、蟠蛇戟等三种戟（图2-2-6）。方天戟是

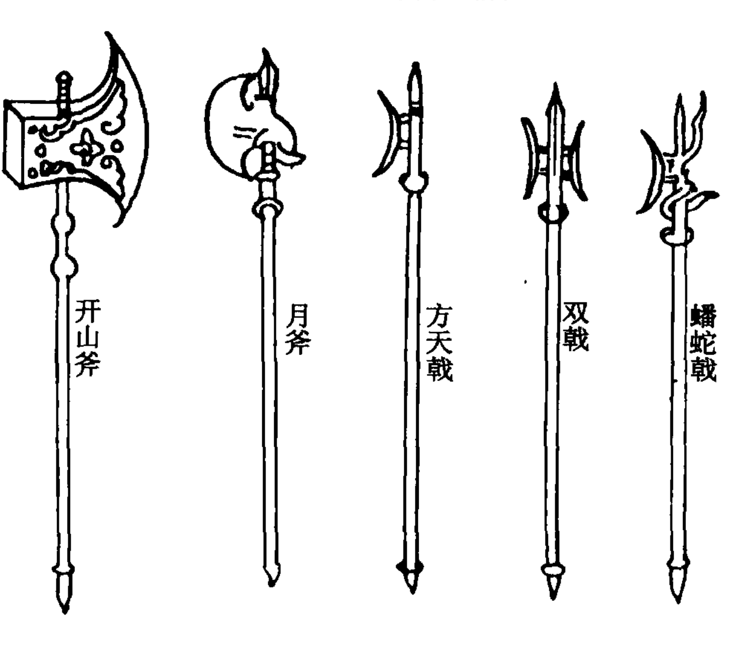


图2-2-6　明军的戟与斧

① 《武备志》卷一〇二《军资乘·器械二·枪》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第791～792页。

② 明·刘效祖撰：《四镇三关志·建置考》《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第532页。

③ 《练兵实纪杂集》卷五《军器解上·线枪解》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第499页。

④ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，第971～972页。



在矛头的一侧并联一个弯月形刀刃，可刺可砍。双戟是在矛头的两侧各并联一个弯月形刀刃，既可直刺，又可左右砍杀。蟠蛇戟构造特殊，矛头的一侧并联一个弯月形的刀刃，矛柄的前端蟠一条蛇，蛇尾上翘成锋，呈双锋一刃形状的戟。《明会典》和明代后期的兵书，都没有关于戟的记载。

4. 长柄斧

长柄斧除沿用宋代者外，有明代制造的大斧和月斧（图2－2－6）。前者见于《武备志·军资乘·器械三》，后者见于《四镇三关志·建置考》。其名称虽有不同，但其形制构造和作用都大同小异。

5. 狼筅和棍棒

狼筅创制于北宋，戚家军在东南沿海抗倭时使用较多。狼筅用大毛竹为杆，长1.5丈，重7斤，其竹节以9～11层为佳，每节都有枝叶与铁倒钩刺，首部枪锋重半斤，是就地用竹材制成的特种兵器（图2－2－7）。制作时，后部要稍重，手执于中。由于附枝柔软，所以刀不能断。层次多，所以长枪不能入。在戚继光编练的鸳鸯阵中，狼筅兵列于藤牌手后，可起掩护作用①。

大棒是戚家军使用的兵器，长7尺，重3.5斤，主要用于击打穿着盔甲的敌兵（图2－2－7）。为使大棒能具刺杀的作用，戚家军又在棒的一端夹一件尖锋的铁刀，长3寸，形如鸭嘴，并将棒的长度增至8尺，称夹刀棍（图2－2－7），从而使其具有击刺兼备的兵器②。

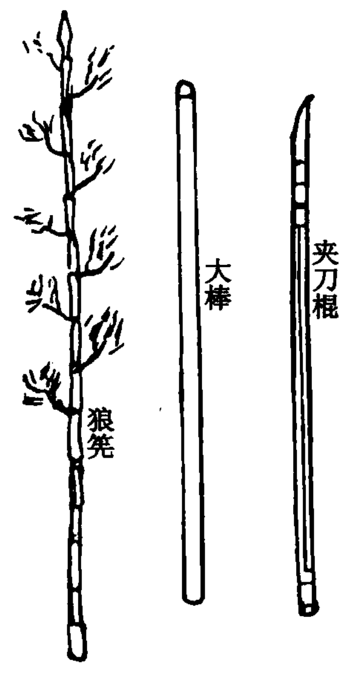


图2－2－7　狼筅与大棒

6. 镋钯类兵器

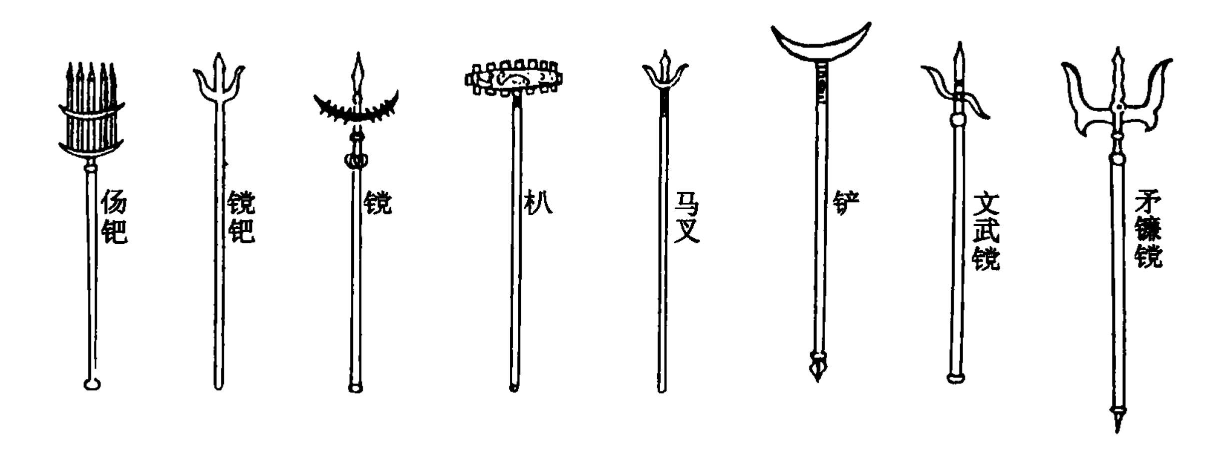


图2－2－8　镋钯类兵器

① 《练兵实纪杂集》卷五《军器解上·狼筅、大棒》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第500页。

② 《练兵实纪杂集》卷五《军器解上·狼筅、大棒》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第502页。



镋钯类兵器在宋代已经使用，明代又出现了新制品。《武备志·军资乘·器械三》中，记载了镋钯、镋、杁、伤（tāng）钯、铲、马叉6种。但镋、镋钯、伤钯在形制构造上差别并不大，文献记载有时也有混淆。《四镇三关志·建置考》中，还绘有文武镋、矛镰镋和三股叉的图形（图2-2-8）。

镋钯由长柄与镋钯头组成，长7尺，重5斤，头部有三锋，中锋长出2寸，坚锐如枪，两旁为四棱刃的横股，形似三齿叉。

镋与镋钯相类似，中锋似枪而较长，两旁横出左右对称的横股，股尖上翘，股上各有4个尖刺，既可用于直刺，又可用于横钩，还可立于地上作火箭发射架。文武镋的镋头与镋钯相似，但其两旁的侧锋一支向上，一支向下，既可前刺，又能后钩。矛镰镋的镋头与镋钯相似，但其两旁的侧锋各向下伸出一个后钩，其中锋如矛，可刺、可割、可钩。

杁的头部是在一个特制的腰鼓形横木上，安置多根短铁齿，用以击扎敌军。

伤钯是在五支坚木上安置5个铁尖刺，5支坚木用两个横置的弯月形铁钲将它们并联在一起，装在一根长柄上，用于步战刺敌。

铲是在一根长柄的头部，安置一个月牙形横刃，柄尾安有枪锋，全长近1丈，前可铲，后可刺，适于骑兵使用。

马叉是由长柄和叉头组成，叉头三锋，与镋钯相似，中锋稍长，步骑兵都可使用，“上可叉人，下可叉马”。三股叉的构造和作用与马叉相同。还有《明会典·军器军装一·军器》记载的军器局制造的硃红漆攒竹竿步叉和硃红漆攒竹竿长靶步叉。

7. 索系兵器

《武备志·军资乘·器械三》中，记载了双飞挝、飞钩、飞锤3种索系兵器（图2-2-9）。

双飞挝是由一根绳索的两头各系一个飞挝，形如鹰爪，五爪可动，抛击敌兵，将其抓住后，急收绳索，敌兵不能逃脱。

飞锤又名流星锤，由绳索的两端各系一个铁锤，甩动绳索，将其抛至敌方，以锤头击杀敌兵。

飞钩又名铁脚鸱，钩锋长利，四刃曲贯铁索，形似船锚之四爪，铁索后再系长麻绳，多用于守城。当敌军前来蚁附攻城时，即将飞钩放至敌兵群中，而后即收绳索，每次可钩取2人。

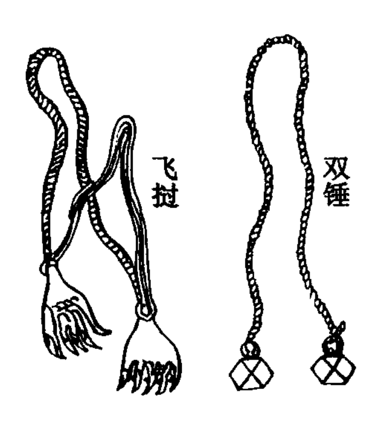


图2-2-9　索系兵器

8. 击砸兵器

又称锤击兵器。由柄和锤头组成。锤头有蒜头形、蒺藜形和爪形。作战时，由持锤者舞锤击敌。明代制作的击砸兵器多为爪头形。《明会典·军器军装一·军器》中，记载了军器局制造的浑铁爪、黄铜爪、火样贴金铁爪、硃红漆鲨鱼皮靶黄铜爪、黄铜骨朵等。

三、防护装具

明代的防护装具在盾牌和盔甲两个方面都有不少创新。



1．盾牌

盾牌在明代前期多与冷兵器配用，在后期已出现了与火器配用的新式盾牌。与冷兵器配用的盾牌有团牌（即圆牌）、手牌、燕尾牌、挨牌和藤牌。

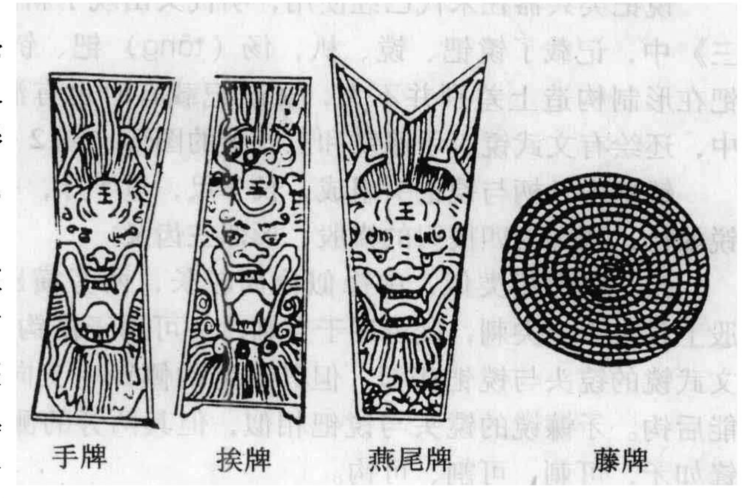


图2－2－10　明军的盾牌

团牌的制造与使用，在《明会典》与《武编》中都有记载。据《明会典·军器军装一·军器》中记载，明初朝廷规定，军器局要按规定制造一定数量的红漆团牌。到弘治年间（1488—1505年），军器局和鞍辔局每年要造240面团牌；各都司每年都要按规定制造一定数量的团牌（弘治九年后又改为长牌），解送工部。其中浙江1 380面、江西540面，福建880面，福建（行都司）420面，山东1 380面，河南780面，大宁900面，北直隶卫所3 120面，南直隶卫所3 060面，以上每年共造12 060面，至少也要造上述数量的一半。可见其数量之多。唐顺之在《武编》前集卷五《牌》中，对团牌的使用作了详细的论述：

> 团牌者，橹盾之属，用以遮蔽矢石也。若杂于五兵互相捍卫，可以拒劲敌，可以遏奔冲。若独用，可以护身杀敌，可以摆路塞门。遇溪河，可以浮人渡水……如有进退合度，蹔①牌如壁，闪牌如电，起伏得宜，翻身不露身，滚牌不露足，张牌能杀其敌，敛牌能蔽其身，是谓能矣。

此番论述，不仅说明了团牌的用处和使用团牌的技巧，而且也基本说明了其他盾牌的用途和使用技巧。

手牌通常选用既轻又坚的白杨木或松木制造，每面长5.7尺，两头阔1尺，中间阔6～7寸，是一种轻巧灵便的盾牌（图2－2－10）。

燕尾牌与手牌相似，用柁木或桐木制作，阔不满尺，轻巧灵便，背如鲫鱼，侧身而前时，虽遭利刃劈砍而不断，遮挡性能甚佳（图2－2－10）。

挨牌用白杨木制作，底阔1.5尺，上阔1.1尺左右，背面用绳索及木橄榄系扣，便于携带（图2－2－10）。

藤牌用手指般粗的老藤柳为圈骨，用藤篾紧密缠连，中心外突，背面空凹，上下有二环，便于操持，周沿稍高，便于用手操持，遮挡效果较好（图2－2－10）。

上述盾牌常与腰刀、标枪、梭枪配用。短兵相接时，士兵左手持盾牌挡敌，右手或持刀戮敌，或投掷梭枪、标枪，刺杀敌军。到了明代后期，不但使用上述盾牌作防护装具，而且盾牌与火器相结合的两用防护装具（简称火牌）也开始广

① 蹔有二解：（一）蹔（zhàn），暹貌；（二）（zhān），避也。据文意，取（一）解。

为使用。其中见于记载的有保生牌、无敌神牌、神行破阵猛火刀牌、虎头火牌、虎头木牌等。

保生牌是一种盾牌与小铳相结合的火牌。火牌背面安置15个小铳，内装火药与铅丸，铳口通过牌面射孔向外，铳后火门各通出一根火信，并将它们联束在一起，用机械式点火装置相接。作战时，士兵左手执牌，右手持刀同敌搏杀，看准时机后，即拨动机械装置，将15枚弹丸一起射出，击杀敌人①。

无敌神牌始见于《武编·牌》，但以《武备志·军资乘·器械五》的记载最为完整。大型牌面以木为框，用竹编成，下部绘有虎头图形，虎口张开，上部竖立3支枪锋。整个牌面安于一辆大独轮车前。行军时，可由6人肩之而行，张开使用时，可以掩蔽25人，从牌后发射火铳、火箭。此牌既可作为战车布列为“车城”，阻挡敌骑之冲突，又可以火器射敌，是一种攻守兼备的火牌。

神行破阵猛火刀牌的牌面蒙以生牛皮，上端成燕尾形，绘有火龙火兽图形，下安滚轮，下部开有6排各6个射孔，牌后依次安神火、毒火、飞火、法火、烂火、烈火等各6个喷火筒（这6个喷筒中所装火药的配方见第二篇第三章第一节三），各筒的火信盘曲集束于一起。作战时，将其列于阵前，号令一发，士兵推动牌身向前滚进，36个喷筒将火焰喷至二三丈远，牌后士兵持刀奋进，上斩贼首，下砍马足，一人足抵十名敌兵②。

虎头木牌高5尺、阔1.7尺、厚3分，上稍阔成三角形，下稍窄而平直，以木为框，以生牛皮包裹牌面。面画兽形，开二孔为目，可开闭。两侧上下各开长6寸、阔2寸的2个方孔，各嵌一个小木匣，匣口向外，内藏神机箭2支；牌后两侧钉4条木牙，用销钉控制小匣之开闭，8支火箭的火信总连于一处。作战时，将牌列于阵前，点着火信，抽去销钉，木匣自落，火箭射出，将敌杀伤。此牌行可肩扛，止可竖营，攻守兼备③。

虎头火牌的构造与虎头木牌的构造大致相似（图2-2-11）。牌面画有虎头图形，虎口开成大孔，孔口可安插一个火箭匣口，匣内装10支神机箭，箭镞后部火药筒中的火信总联于一处。作战时，士兵在火牌的掩护下，将火信点着，10支火箭齐发，敌兵猝不及防。此牌水陆作战都可使用④。

图2-2-11
虎头木牌

2. 盔甲

盔甲的制式在明初曾有明确的规定。据洪武十六年（1383年）颁令，每副盔甲的叶片数是：领30、身309、分心17、肢窝20。叶片都要用鞣制过的熟皮制作，而后穿缀成甲，以明甲为多。以后各朝廷对盔甲的制式和制造工艺都有修改和调整。弘治九年（1496年）规定，造青布铁甲每副用铁40.5斤，造成的盔甲每副重

① 《武编》前集卷五《火器》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第318页。
② 《武备志》卷一二九《军资乘·火器图说八》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1084页。
③ 《武备志》卷一二九《军资乘·火器图说八》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1085页。
④ 《武备志》卷一二九《军资乘·火器图说八》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1084页。

24~25斤。弘治十六年，又令南方各卫所的铁甲，改用水牛皮造绵绳穿吊。嘉靖二十二年（1543年），令盔甲厂改鹿皮鞓带为透甲牛脂皮鞓带，改直领对襟摆锡丁甲为圆领大襟。嘉靖四十三年，令各卫所将六瓣明盔改成八瓣帽儿盔，并将大甲的一半改为紫花布长身大甲新式样①。

弘治年前，明军的盔甲大抵在京由军器局与鍼工局制造，在外由各都司、布政司与府制造。宣德二年（1427年）后，盔甲厂与王恭厂设立，也承造盔甲。至万历十年（1582年），两厂每年要造明盔甲1 000副，供驻京部队穿着。上述制造部门所造头盔都以铁为原料，其基本样式有明铁盔、腰箍口箍明铁盔、四瓣明铁盔、六瓣明铁盔、八瓣明铁盔、玉簪瓣明铁盔、摆锡尖顶铁盔、压缝铁盔、贴金贴盔、贴金勇字铁盔等。其名称都要冠以装饰品的名称，如镀金宝珠顶勇字压缝腰箍口箍六瓣明铁盔，多达18字。所造盔甲的基本样式有鱼鳞叶明甲、匙头叶齐腰明甲、方叶齐腰明甲、曳撒甲、圆领甲、大叶明甲、马甲等。其名称也都冠以装饰品的名称，如青织金界地锦纻丝裙襕红绒绦穿匙头叶齐腰明甲，多达20字②。

除上述盔甲外，《武备志》还记载了一些盔甲制品。其中有唐猊盔等6种头盔，以及唐猊铠、赤藤甲、钢丝连环甲等铠甲。据该书称，当时制作一顶头盔，通常需用纯铁5~6斤，外加纯钢1斤，经反复煅打后，成品约重2斤。它们的名称有一块铁、四明盔、皮穿柳叶盔等。此外，南方还有用细藤和绢绵制作的藤鍪，这些头盔价廉易造，可以自制。书中所说的赤藤甲，系用经过加工的赤藤制成，外用桐油涂刷，防水避湿，轻巧坚韧，矢石不能入，与藤盔、藤牌配用，御敌效果甚佳。钢丝连环甲系用许多大铁丝圈连环扣系而成，形如衣衫，披之能避枪、箭③。

明代的盔甲虽有较多的发展，但随着枪炮等射火器的增多与威力的提高，其防御及护体作用却日益减弱，这是一种不可逆转的趋势。

第二节 战车

战车被明代的统兵将领和军事技术家认为是“不秣之马，有足之城”，是对付北方游牧民族骑兵快速突击，实施“以车制骑”战略的重要装备，在明代有长足的发展。

一、战车制造与使用的概况

明代的战车制造始于明初。主要有运粮车。

1．运粮车的制造

据史书记载，洪武五年（1372年）正月，洪武帝朱元璋命魏国公徐达为征虏大将军、曹国公李文忠为左副将军，统兵取甘肃，征讨扩廓帖木儿。是年十二月，为解决出征明军的粮草辎重之需，徐达组织人员在山西、河南造独辕车800辆，李

① 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，第970页。

② 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，第972页。

③ 《武备志》卷一〇五《军资乘·器械四》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第812页。



文忠组织人员在北平（今北京）、山东造独辕车1 000辆①。永乐八年（1410年），永乐帝朱棣决定亲征漠北，采用工部所造的3万辆武刚车，向宣府（今河北宣化）以北运粮20万石，贮存于沿途所筑的众多临时粮仓中，供北征明军食用②。上述两种战车只是用于运输粮草辎重的一般军用车辆，并非装备兵器用于作战的战斗车辆，而是广义上的战车。

2. 战车制造的兴起

明代主张在战车上装备兵器以抵御蒙古骑兵内犯的议论，始见于正统十二年（1447年）。是年九月，大同镇总兵官朱冕与侍郎沈固等上疏，提出制造战车的建议，认为战车“行则载衣粮，止则结营阵”③。此后兵家议论蜂起，认为：明军短于骑战而长于车战，势有可乘则开壁出战，势或不利则坚壁可守；战车可避箭，能拒马；敌若来攻，可发铳炮与之相持；敌若分头掳掠，或以车遏其骄傲，或尾追而击其惰归，实为万年守边简易之策。这些议论为战车制造的兴起打开了局面。

正统十二年九月，朱冕鉴于边地军情紧急，奏请朝廷准予制造纵火战车800辆，并以所造386辆样品战车送朝廷呈检，朝廷批准其奏，开了制造战车以备军用的先河④。正统十四年九月，蒙古瓦剌犯境，给事中李侃奏请朝廷，请求准予使用他所造的千辆赢车。每辆赢车编刀牌手5人，各车用铁索联络为车阵，骑兵列于车阵之中，战车兵列于两翼。若敌兵来犯时，刀牌手先行出击，与敌搏杀。若敌兵败退时，即将联络战车的铁索解开，骑兵纵马驰击，可制服敌骑。该车上设厢棚，用牛马皮蒙覆，可避敌兵射来之矢石⑤。当年十一月，宁夏总兵张泰创制了一种独马单辕小车，车中藏有兵器，遇道路险阻，可以用人力推挽而前。作战时连车为阵，可以抗击敌骑；敌军溃退时，可用骑兵追击败逃之敌⑥。从上述记载可知，正统年间所制造的战车，尚属应急性的初创阶段，其作用有限。

3. 战车制造的发展

自景泰元年至正德末年（1450—1521年），装备兵器的战斗车辆有了进一步的发展，其形制构造也多种多样，各具特色。

景泰元年（1450年），定襄伯郭登请求制造装备火器与冷兵器的偏厢车，兰州守备李进请求制造独轮小车，车上装备神机箭，属小型战车。景泰二年六月，石亨制造了1 000辆偏厢车；箭匠周四章制造了一种装备众多神机箭的正厢式战车；吏部郎中李贤也设计了一种四面安板的火器战车。天顺四年（1460年）正月，制造了一种轻型火器战车500辆，车上载火铳、火砲（火毬）。天顺八年，都督同知赵辅制造的一种火器战车，其形制构造与景泰二年李贤制造的火器战车相似。成化二年（1466年），郭登请求制造一种步队小车，每车2人推挽，7人放铳。军装具载其上，行则为阵，止则为营，空处张挂布围，画成狮头牌状，营外每车设木

① 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》二，第3975页。
② 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》二，第3975页。
③ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》二，第3975页。
④ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》二，第3975页。
⑤ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》二，第3975页。
⑥ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》二，第3975页。



桩2根，绊马索1条，又置布幕2扇，均用旗枪张挂小红缨头及生铁铃。成化八年，宁都诸何京上呈御敌车的样式，此车可攻可守。成化十三年，甘肃总兵官王玺奏造雷火车，兵部采纳其设计的样式推广制造。成化二十年，总督宣（府）大（同）尚书余子俊制成一种战车，车辕长12尺，由10名士兵推挽，每500辆战车编成一军，行则纵以为阵，止则横以为营，车的空缺处补以一种长为5尺的鹿角榨，每车配炮4门，当时人们称它为鹧鸪车。弘治十五年（1502年）五月，陕西总制建造一种独轮战车，称为全胜车，适于作战使用，得到推广。弘治十六年，闲住知府范吉献先锋霹雳车，以10 000人之军，装备霹雳战车500辆为率，具有较强的战斗力。弘治十七年，经明廷批准，建造战车100辆，送京营操习训练。上述装备各种兵器的战车，试制于景泰元年至正德末年（1521年）的70年之间，其形式多种多样，在《明史·兵四·车船》、《明会典·军器军装二·战车旗牌》、《续文献通考·兵考·舟师水战（车战）》中都有记载，它们的形制构造与战斗作用，虽较正统年间制造的战斗车辆有所改进和提高，但作为明军制式装备的战车还不多见。真正作为明军编练车营所用的制式战车，则大量制造和使用于明代后期嘉靖至崇祯末年（1522—1644年）的120多年中。

4. 战车制造与使用的鼎盛时期

自嘉靖年起，装备火器与冷兵器的战车开始进入鼎盛发展的时期，经过多方试验和选择的精良战车，已经成百成千辆地制造出来，成为明军编练车营的重要基础和制式装备。

嘉靖十一年（1532年），南京给事中王希文条陈新型车制，嘉靖十二年，朝廷议准将先前团营收贮的700辆战车改造为手推式载铳车。嘉靖十五年，总制刘天和又对弘治十五年制造的全胜车做了改进。嘉靖二十九年，朝廷批准造战车900辆、纵火车50辆。嘉靖三十年，又批准造单轮车1 000辆、双轮车400辆、弩车40辆。嘉靖四十三年，朝廷下令驻京部队每营装备战车400辆，共4 000辆，每辆车前带有鹿角木，上安拒马枪和迎风牌一面，两旁附偏厢牌2面，上下裹铁叶2寸，前后车板2副，竹竿枪1根（长1.5丈），铁锅1口，铁索1条（约长1.2丈），每辆可容步卒5人，给神枪、夹把枪各2支。嘉靖年间，总计战车7 000多辆，是《明史·兵四·车船》、《明会典·军器军装二·战车旗牌》、《续文献通考·兵考·舟师水战（车战）》中所记制造战车最多的年代。

隆庆三年（1568年），戚继光奉命以都督同知衔总理蓟州、昌平、保定三镇练兵事。戚继光到任后，十分重视车营的编练。经他多次上奏后，朝廷于隆庆三年二月，批准在蓟州、昌平建立了7个车营：

> 以东西路副总兵及督抚标共四营，分驻建昌、遵化、石匣、密云。蓟辽总兵二营，驻三屯、昌平。总兵一营驻昌平。每营重车一百五十六辆、轻车二百五十六辆，步率四千、骑兵三千、十二路二千里之间，车骑相兼，可御敌数万①。

若按此记载统计，戚继光所编7个车营的战车总数应为2 884辆，其中重车

① 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》二，第3973页。



1 092辆、轻车 1 792 辆。在戚继光赴三镇编练车营 8 年之后，刘效祖所编《四镇三关志》于万历四年（1576 年）问世了。该书在《军旅考》中，对驻防三镇车营装备的战车数量作了详细的记载。其总数基本上接近戚继光所编 7 个车营装备的战车。

蓟镇军旅：督抚标下、抚府标下、镇府标下，各装备辎重车 80 辆、元戎车 1 辆、鼓车 2 辆，共辎重车 240 辆、元戎车 3 辆、鼓车 6 辆。振武营和石匣营各装备偏厢战车 128 辆、座车 3 辆、将军车 6 辆、火箭车 5 辆、鼓车 2 辆，共偏厢战车 256 辆、座车 6 辆、将军车 12 辆、火箭车 10 辆、鼓车 4 辆。建昌营装备偏厢战车 144 辆、轻车 128 辆、元戎车 3 辆、鼓车 2 辆、大将军车 6 辆、火箭车 5 辆。保和营装备战车 128 辆、座车 3 辆、大将军车 3 辆、火箭车 3 辆、运药物车（似指火药车）3 辆、鼓车 2 辆。石门寨营、台头营各装备轻车 64 辆，轻车共 128 辆。太平寨营装备轻车 81 辆。喜峰口营装备轻车 27 辆。燕河营装备轻车 36 辆。

昌镇军旅：装备偏厢车、望车、元戎车、鼓车，装备数量不详。

真（定）保（定）军旅：真定车营装备双轮战车 120 辆、门车 8 辆、火箭车 5 辆、望车 1 辆、元戎车 3 辆、将军车 6 辆、鼓车 2 辆。保定车营装备双轮战车 128 辆、门车 8 辆、火箭车 5 辆、望车 1 辆、元戎车 3 辆、将军车 6 辆、鼓车 2 辆①。

由于昌镇军旅各营装备的战车数量失考，所以《四镇三关志·军旅考》只记载了蓟镇军旅和真保军旅各营装备的战车数量。也就是说，戚继光在蓟州与保定两镇编练的车营，至万历四年时，可考战车数量为：元戎车 12 辆、座车 9 辆、鼓车 16 辆、门车 16 辆、望车 2 辆、辎重车 240 辆、火药车 3 辆、偏厢车 400 辆、将军车 33 辆、火箭车 28 辆、双轮战车 248 辆、轻战车 192 辆、轻车 236 辆、战车 128 辆，共 1 563 辆。若再加上昌平军旅各营装备的战车数，则蓟镇、保定、昌平三镇装备战车的总数和戚继光初编 7 营装备的战车总数大致接近而稍有差异。这是因为戚继光初编车营时，是按齐装满员的编制序列进行编配的。时隔 8 年之后，由于编制的变化等原因，其装备战车的总数也会有相应的调整。

继戚继光编练车营后，辽东巡抚魏学曾也于隆庆三年（1568 年）八月，请求朝廷准予按戚继光编练车营的制度，仿造偏厢战车，在辽宁广宁编练车营。《四镇三关志·军旅考》中，也记载辽镇军旅战车的装备情况。

辽镇军旅：总兵标下正兵营装备独轮战车 200 辆、单轮小车 400 辆、元戎车 1 辆、鼓车 2 辆。

辽兵营、开原营、海州营、险山营、沈阳营、镇武营、全州营 7 个营，各装备独轮战车 200 辆、元戎车 1 辆、鼓车 2 辆，共独轮战车 1 400 辆、元戎车 7 辆、鼓车 14 辆。宁远营、前屯营、中固营、铁岭营、汎河营、懿路营 6 营，各装备独轮战车 100 辆，共 600 辆。正安车营装备双轮战车 220 辆、独轮战车 300 辆、元戎车 1 辆、鼓车 2 辆。锦州营装备独轮战车 380 辆、元戎车 1 辆、鼓车 2 辆。义州营装备独轮战车 340 辆、元戎车 1 辆、鼓车 2 辆②。

---

① 《四镇三关志·军旅考》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 538 ~ 543 页。

② 《四镇三关志·军旅考》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 544 ~ 546 页。



据不完全统计，辽镇军旅装备的各种战车，至万历四年（1576年）已有元戎车11辆、鼓车22辆、双轮战车220辆、独轮战车3 220辆、独轮小车400辆，共3 873辆。辽镇军旅所编战车数虽比戚继光在蓟镇、昌平、保定三镇所编车营装备的战车数量多，但没有将军车、火箭车等先进的大型战车，只有中小型战车。上述四镇军旅所装备的战车，从总体上反映了明代后期战车制造与使用的情况，代表了明代后期战车发展的水平。

万历三年二月，在总督戎政彰武伯杨炳的奏请下，朝廷又为京营造战车1 440辆（《明会典》记为1 200辆），系由俞大猷主持制造。俞大猷（1503—1579年）系明朝抗倭名将、民族英雄，字志辅，号虚江，福建晋江人。他自幼好学，通兵法、练剑术。自嘉靖十年（1531年）袭父职任泉州百户后，直到嘉靖四十五年，为平定倭寇，廓清海疆建立了不朽的功绩，官至广东总兵。此外，他对战车的制造与火器的使用也有许多建树，被谭纶称为“能尽车战之法”的将才。嘉靖三十九年，他在遭诬陷发配山西大同期间，受巡抚李文进赏识，参与筹划军事，制造独轮战车，协助建立7座车营。万历三年，他为京营建造一种双轮战车。车身前后总长15尺余，最宽处8.6尺，大轮径4.6尺，两轮距6.6尺，车前高3.7尺，中有三推杆，车后有舵可控制方向，用榆、槐、枣、檀、楠、桦等木料制成，坚固耐用。每辆车装备大佛郎机1门、中佛郎机2门、鸟铳2支、地连珠2支、涌珠炮2门、夹把快枪10支①，以及快枪、旗盾、长枪、大砍刀等，是当时装备较好的战车。万历十九年三月，山西督抚萧大亨请造辎重车、独轮车200辆。万历四十八年，辽东经略熊廷弼请造双轮战车②。

嘉靖年以后刊行的兵书，对明代后期制造的各种战车，都有详细的文字说明和素朴的图绘，生动地反映了当时所造各种战车的情况。

二、战车的种类

战车的种类在明代已相当繁多，大致可分为指挥车、侦察瞭望车、辎重车、炮车、火箭车、鹰扬车、纵火车、偏厢车、正厢车、双轮战车、独轮战车、轻型战车等。

1. 指挥车

指挥车有元戎车、座车、鼓车和门车。戚继光编练的车营中，都装备了这些战车。《四镇三关志·建置考》中绘制了这些战车的图形。

元戎车是总兵官、营官、将官和前线指挥官乘坐的战车，车座较大，下安两个大轮，车座板上安有两支长枪，枪锋伸出车外，具有冲撞作用。车座前安有一块大长方形板，上面画有虎头形象。车座后有木柱，停车时用以支撑车身。车座上竖4根长柱，柱顶有瓦形盖遮挡。车身较高，四周无遮挡，视野开阔，便于指挥员观察军情，指挥作战。座车为车正乘坐之车，车座上建车厢，前有门，侧有窗，顶有盖，其余构造与元戎车相同，行军时用马拉之而行。鼓车的车座上建有一个

---

① 此据俞大猷《正气堂续集》卷六《京营战车近议》所记。《明会典》卷一九三《工部十三·军器军装二·火器》的记载是：“每辆用二号佛郎机二架、鸟铳二架、地连珠二架、涌珠炮二位、快枪一杆、大旗二面、小旗一面、木盾二面、虎叉二支、长枪二柄、大砍刀二柄、布裙一条。”

② 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》二，第3977页。

木亭，亭内安放一面大鼓，士兵可在上击鼓助战，以壮声势，车座以下的构造与元戎车相似。门车系驻营时列于中军营门左右侧的战车，其形制构造与一般战车相似或相同。

侦察瞭望车又称望杆车。车座较大，下安四个大轮。车座板前有两支枪锋伸出车外；车前有大挡板，上面画虎头形象。车座中央竖立一根大木柱，其上部用8根粗大绳索分别拴扣于车座的四角，用以固定木柱；大木柱的顶部附近设有一个用皮革制作的筒形袋，可容一名士兵站立，士兵拿一面小旗，旗上系有显示风向的飘带。士兵在筒中可四面瞭望，观测敌情，并挥动小旗向军中传递信号（图2－2－12）。望杆车比巢车和望楼车灵巧，便于机动，并安有防御的两支枪，是迄今所见的第三种古代侦察瞭望车。

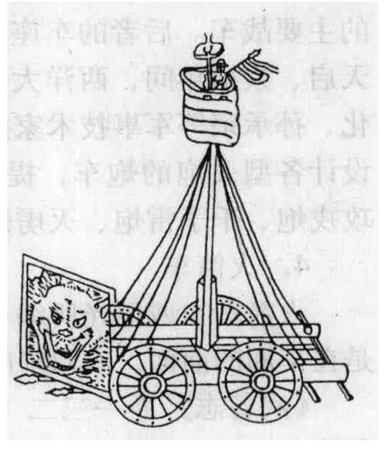


图2－2－12　望杆车

2. 辎重车

辎重车是运载粮草辎重的战车。除明初的独辕车和武刚车外，还有明代后期的火药车与辎重车。

火药车是明代专为运输火药而制造的一种运输车。车座以大木为框，上铺厚板，下安两个大轮，车座上建一个封闭式小屋形车厢，前面开两扇门，开启时可装卸火药（图2－2－13）。车后有木柱，停车时用以支撑车身。从图形看，车厢封闭较好，使厢中所装火药不被雨水浸湿，保证了火药运输的安全。这种火药车在有关明代的其他史籍中都没有记载，仅在《四镇三关志·建置考》中幸得一见。

辎重车在明代后期有两种。一种是戚继光所编辎重营装备的战车，或配属于车营的运输车。这种辎重车的车身较长大，车座下安两轮，上建一个封闭形的车厢，用以载运粮草或武器装备，行军时驾马而前。据《续文献通考·舟师水战（车战）》记载，隆庆六年（1572年），明廷军工部门为蓟镇三营，“造辎重营大车各八十辆”，作为装备该三营之用。又据《四镇三关志·军旅考》记载，当时驻守蓟镇的督府标下营、抚院标下营、镇府标下营，都装备有大辎重车80辆。书中虽未明确说这240辆大辎重车就是隆庆六年的制品，但从造车和建营的内在联系判断，前者是为后者建营所造的240辆大辎重车。

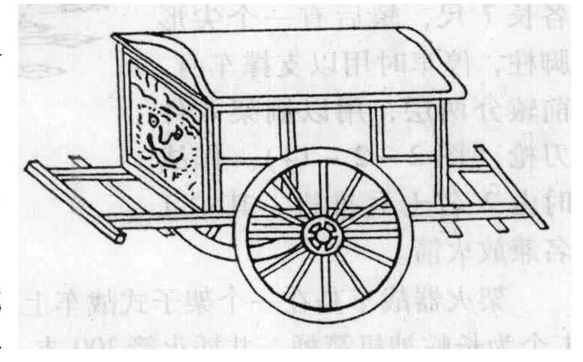


图2－2－13　火药车

另一种辎重车见于《武备志》卷一〇六《军资乘·器械五》的记载，它是一种不安车厢的架子式运粮车。车座用大木作框架，两侧方木各长8尺，自车心轴至车头横木2.2尺，至后横木5.8尺；车座框内宽2.6尺，推杆与车头横木各长6寸；轮径2.8尺，轮心轴长6尺；两侧各安1支长枪；全车用6人推进。

3. 炮车

炮车的种类较多，最具代表性的是无敌大将军炮车，在《练兵实纪杂集·无



敌大将军解》和《四镇三关志·建置考》中都绘有图形。前者为偏厢式，车座底框两侧各长1.5丈，横向自前至后有多道横木，以便支架炮身。车座上建偏厢，前后各开一门，供装卸火炮用，每车装备2门佛郎机炮或1门大将军炮，是车营装备的主要战车。后者的车座建有封闭式车厢，前后开门，其余构造与前者相同。至天启、崇祯年间，西洋大炮传入，仿制和改制的红夷炮广为使用，徐元启、孙元化、孙承宗等军事技术家按照炮车的长宽与所载火炮口径的尺寸成一定比例倍数，设计各型火炮的炮车，提高了炮车制造和使用的科学性。此外，明代的铜发贡、攻戎炮、千子雷炮、灭虏炮、叶公神铳等，都有专用的炮车。

4. 火箭车

火箭车在戚继光所编车营中，每营装备4辆。车体构造与大将军炮车相似，只是在车厢的前面，改双扇门为平板，板面上开数十个小孔，供发射火箭用。

《武备志》卷一三二《军资乘·火器图说十一》中，记载了火柜攻敌车、冲虏藏轮车、架火器战车等3种火箭车，显示了万历年间火箭车发展的盛况。

火柜攻敌车与前述戚继光所编车营装备的火箭车相似。

冲虏藏轮车是在一辆独轮车的车轴前面横立一块“凸”字形屏板，高、阔各7尺，板面绘有虎头形，虎口开孔。板后放一个火箭匣，匣口对准虎口，内藏40支火箭，箭镞正对前方。两车辕各长7尺，辕后有一个尖形脚柱，停车时用以支撑车身。前辕分两层，用以搁架8件刀枪（图2－2－14）。作战时由2名士兵推进，其中1名兼放火箭。

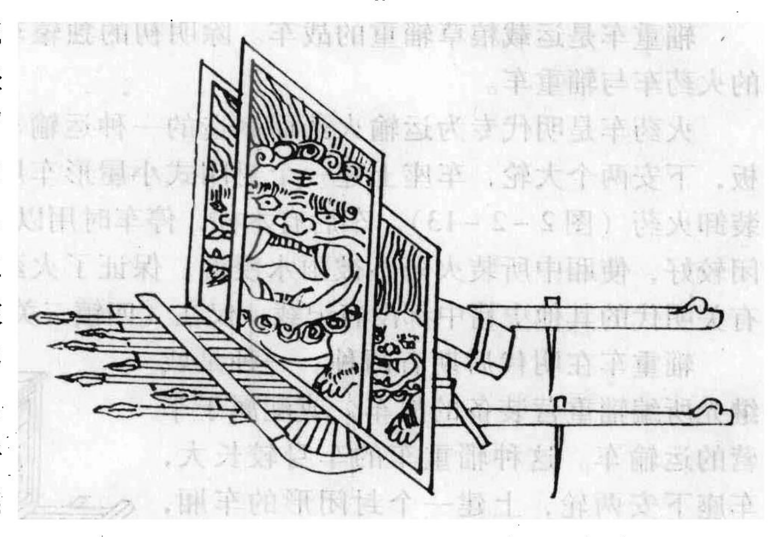


图2－2－14 冲虏藏轮车

架火器战车是在一个架子式战车上放置2个火箭桶，1个为百虎齐奔箭桶，另1个为长蛇神机箭桶，共插火箭300支。另安3门百子铳（照片6）。作战时，将百辆车连为一字长蛇阵，众箭齐发，众铳齐射，射面宽达数十丈，是茅元仪亲自设计的一种以火箭为主，兼有百子铳的战车。

5. 轻火器战车

轻火器战车是指装备单兵铳、枪和轻型火炮的战车，其制品有曾铣创制的霹雳战车和赵士桢创制的鹰扬车。

霹雳战车系随营战车，装备霹雳铳18门、大连珠枪1支、二连珠枪1支、手把铳2支、火箭200支，全营装备200辆，可攻可守。

鹰扬车是一种装备鹰扬铳的战车，下安两轮，机轴圆活，左右旋转自如。车上装备36支鹰扬铳，每铳备子炮3～4个，可连续射击。作战时，多车并进，万弹齐发，纵横进退，俯仰旋转，具有较强的战斗力。



6. 纵火战车

纵火战车有火龙卷地飞车、万胜神毒火屏风车、神火万全铁围营车等。车下安两轮、四轮或多对轮，其上安龙形、或柜形车厢，内装各种燃烧或毒杀性火药。作战时，由士兵将它们迅速推至敌阵纵火，并用扬风车催火，焚烧敌军营寨和粮草辎重。

7. 偏厢车

又名扁厢车，是指只在车体一侧安装厢板的战车，其结构各有不同，装备也时有创新。景泰元年（1450年），定襄伯郭登创制了一种偏厢车，辕长1.5丈，阔9尺，高7.5尺，厢板较薄，用火铳通出厢板外射敌。各车既可左右相连，又能前后相接，车内可载运粮草器械和2个鹿角。驻营时，在营区15步外用鹿角布设藩篱。每车编士兵10人，持枪炮弓弩刀牌同敌作战。《武备志·军资乘·器械五》所记载的偏厢车，在形制构造上大致与此相同。戚继光所部车营装备的偏厢车，也作为装备佛郎机炮的炮车。

8. 正厢车

正厢车是指车体两侧都安厢板的战车。车下安两轮。车座上正面竖有较高的挡板，两侧都安有厢板，车上备有火铳、刀矛等兵器。

9. 双轮战车

双轮战车的形制构造，与前述一种双轮辎重大致相似①。

10. 独轮战车

独轮战车以陕西总制秦纮于弘治十五年（1502年）五月创制的全胜车为佳。车高5.4尺，厢阔2.4尺，前后通长1.4丈，车上有2名士兵放火铳，车下有4名士兵，既推车又放火铳，重约240斤。若遇险阻，可用4人肩行。上下前后以布为甲，以遮挡矢石。同敌作战时，先以5～10车冲击敌阵。车前有敌，则以首车向前射击；后有追敌，则以尾车向后射击；冲入敌阵，则各车从两厢向左右射击；其余各车，或犄角夹攻，或截敌退路②。

11. 轻便战车

轻便战车轻便灵活，种类甚多，主要有屏风车、轻车、独马小车、独轮小车、兵间小车、步队小车、小型纵火车等，以屏风车为佳。屏风车的车前竖立一块高于人体的屏板，两侧内折90°，使人体的三面受到保护。屏板上开有射孔，可对敌发射火箭与枪弹。每车编士兵3名，备干粮若干，供士兵食用。屏风车既可单车作战，也可多车并列射敌，并可在驻营时排列成临时军营的挡墙。

经过200多年的发展，明代的战车已从小型的运输车，发展成为火箭与火炮的载运工具，大大提高了火器的机动作战能力。明代的统兵将领和军事技术家对此都有精辟的论述。

三、战车与兵器结合理论的形成与发展

随着战车、火器及冷兵器制造与使用技术的进步，战车与兵器相结合的作战

① 《武备志》卷一〇六《军资乘·器械五》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第822页。

② 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战（车战）》，《续文献通考》（二），第3976页。



理论得到了充分的发展。

1．唐顺之以战车和兵器相结合的守边理论

唐顺之以战车和兵器相结合的守边理论，是以弘治十五年（1502年）陕西总制秦纮所创制的全胜车为依据的。该车重不过150多斤，车上装有手铳、三眼铳、火枪、长枪、开山斧、斩马刀等兵器，四角插倒马长枪，前竖面牌，由2名士兵推挽，2名士兵翼卫。他在《武编前集·车》中称这种车：

> 随地形环布为阵，军马居中，敌远则施火器，稍近则施强弩弓矢，逼近则用枪斧钩刀短兵出战。敌败则马军出追，遇夜则用火箭。虏骑围绕，则火器弓弩四面各发，势如火城，虏不敢逼进。退所向无前，虏不敢遮……马步兼用，长技并使，战守皆宜，诚可万全取胜。止则环列为营，旁施鹿角，联以铁绳……虽不能追奔逐北，星驰霆击，然摆列边墙，以遏虏入，据扼险要，以邀虏归，占据水头，以据虏马，诚可化弱为强，以寡敌众，修边耕获，具可用以防卫。

唐顺之时，北方边患频繁，游牧民族的骑兵常乘隙驰突而入，袭扰长城以南的农耕民族，威胁生命财产的安全，故他建言此策，以保边境安全。此策虽尚属粗浅，但却是以车器结合守边理论的创始。

2．戚继光"以车制骑"战略理论之实施

抗倭名将戚继光于隆庆二年（1568年）至蓟镇练兵后，即编练以车营为主，车、步、骑、辎重相结合的合成军，实施"以车制骑"、"以墙挡骑"的理论，采取大造战车、广修边墙的措施。编练车营是戚继光以车制骑思想的集中体现。他认为车营有五大优越性：其一，作战时可用车营环卫步骑兵，可以束部伍，可以为营垒，可以代甲胄，使善于驰突冲击的敌军骑兵无可奈何；其二，车营行则为阵，止则为营，进可以战，退可以守；其三，车营不费刍粮，兵不用甲胄，省费不赀，而车中马步以车为蔽；其四，车营既使敌不敢分掠，又不敢久住，迫其败归；其五，蓟州、昌平地势险阻，车利扼塞邀战，使敌不利①。在这种思想支配下，戚继光首建7个车营，分驻三镇，经过历史检验，收到了使"蓟门晏然"的"以车制骑"的实效。

3．赵士桢以车铳结合实施攻守兼备的理论

赵士桢在研制火绳枪与鹰扬车的过程中，对车铳结合，用战车自卫，以铳炮杀敌的理论，也作了充分的论述。他认为，朝廷在制造铳炮的同时，要相应地制造能安置铳炮的战车，这样就可以充分发挥战车与铳炮相结合的作战威力：

> （明军）一经用车用铳，虏人不得恃其勇敢，虏马不得恣其驰骋，弓矢无所施其劲疾，刀甲无所用其坚利，是虏人长技尽为我车铳所掩。我则因而出我中国之长技以制之②。

为此，赵士桢建议朝廷编鹰扬车营，每营装备120辆鹰车，编制车铳兵1 200

---

① 明·戚继光撰：《蓟镇分守》，中华书局，1987年版，影印本《明经史文编》卷349，第3757页。以下引此书时均同此版本。

② 明·赵士桢撰：《防虏车铳议》，中国台北中央图书馆，1981年版，影印本《神器谱》，第18～332页。



~1 800 人。这种车营在作战中具有多种作用：

守则布为垒壁，战则藉以前拒，遇江河凭为舟梁，逢山林分负翼卫……昼夜阴晴险易适用①。

为了使车营能充分发挥作用，赵士桢还提出了进一步的要求：若造车者知运用之法，使所造之车轻重得宜，得以致远；用车者知造作之法，便能使用裕如②。再加上统兵将领善于指挥，士兵技巧熟练，那么，这种车营便可充分发挥其自卫坚守与进攻杀敌的作用。为了能使鹰扬车广为流传，赵士桢在《神器谱·车图》中，绘制了单车在作战时所排列的各种图形，生动形象地再现了当年车铳兵拥车作战的场景。

4．徐光启以车营收复辽东的理论构想

徐光启在引进与仿制西洋大炮的过程中，曾于崇祯四年（1631 年）十月向朝廷提出过建立强大的车营，藉以收复辽东的主张。其营制是：每营装备双轮战车和载炮车各 120 辆、运粮车 60 辆、西洋大炮 16 门、中小型火炮 80 门、鹰铳（似为赵士桢所说的鹰扬铳）100 支、鸟铳 1 200 支，以及各种冷兵器与防护装具。全营编官兵 4 000 人，战斗与勤务各半，而后使之各定其位，进行严格训练，掌握攻守进退之法，做到行则为阵，止则为营。作战时，按接敌距离之远近，使用车载的西洋大炮及中小型火炮、火绳枪依次击敌，最后用冷兵器同敌拼杀③。他考虑到当时朝廷财力、物力之可能，建议可先编练一营，而后再行扩编，若编成 4 ~5 营，便可保关内安全。编成 10 营，则可拓展关外。编成 15 营，辽东就可望收复④。正当他要在登莱巡抚孙元化军中试编一营时，不料孙元化的部将孔有德和耿仲明突然叛变，投降后金，遂使徐光启关于建立车营收复辽东的构想没有能够实现。

5．孙承宗以车炮结合取胜的理论

天启二年（1622 年），后金军攻占沈阳、辽阳等重镇，辽东军事形势危急，兵部尚书孙承宗亲至山海关巡视，与部将练兵筑城，筹划守备之策。后著书立说，对以战车与火器合一而取胜的理论有独到的见解。他认为统兵作战的将领，要使自己的部队能做到：

动如雷，不动若山，莫如用车，其用车在用火（器，指火炮），其用火（器）在用叠阵，合水、陆、步、骑、舟、车、众、寡、奇、正之用火（器）无一非叠阵……火（器）以车习，车以火（器）用⑤。

孙承宗把装备火炮的战车，看成是强攻坚守的取胜条件，而要发挥火炮的威力，又必须以车营为主，将车、步、骑混合编成，协同作战。这样才能使火炮同

---

① 明·赵士桢撰：《车图（有引）》，中国台北中央图书馆，1981 年版，影印本《神器谱》，第 18 ~362 页。

② 明·赵士桢撰：《防虏车铳议》，中国台北中央图书馆，1981 年版，影印本《神器谱》，第 18 ~342 页。

③ 明·徐光启撰：《钦奉明旨敷陈愚见疏》，中华书局，1963 年版，《徐光启集》上册，第 310 ~311 页。以下引此书均同此版本。

④ 明·徐光启撰：《钦奉明旨敷陈愚见疏》，《徐光启集》上册，第 311 页。

⑤ 明·孙承宗撰：《车营扣答合编》卷二《车营百八扣·百八扣序》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1171 页。



冷兵器在不同距离上作多层次的配置，先后逐次减杀敌军有生力量和摧毁敌军的各种战具，夺取战争的胜利。这就是孙承宗所说的以车火（器）结合的叠阵战术的真谛。

钢铁兵器在明代虽然还有较多的使用，但因其威力的提高受到很大的限制，所以，明代的统兵将领和军事技术家已把兵器发展的重点逐渐转移到火器的制造与使用上，两者处于此长彼消的关键时期。自明初至嘉靖年间，明军精锐部队武器装备的结构已发生明显的变化，装备与使用火器的士兵，大约已从编制总人数的10%上升到50%左右，反映了明代武器装备发展的总体趋势，而战车所装备的钢铁兵器与火器的比例结构的变化，更为明显地体现了这一点，装备火炮与火箭的车营，在战争中的地位和作用已迅速上升。即将展示在我们面前的明代火器技术的发展，将会更雄辩地证明这一点。



第三章
火药技术的提高与火药理论的形成

明代是我国古代火药技术高度发展与火药理论形成的时期，在军事技术史上具有重要的地位。

第一节　火药技术的提高

火药技术的提高，主要表现在对硝、硫、炭的精选与提炼以及火药的配制等方面。

一、明代前期的火药技术

明朝建立后，为了保证火铳所需要的发射火药，一方面在内官监和兵仗局的控制下，设立火药制造局；另一方面又在一些地方设立作坊制造火药。由于当时对火药配方和配制工艺控制很严，不准外泄，故而至今尚未发现明初制造火药的完整配方，仅在洪武朝廷同高丽朝廷来往的记载中，得知明初发射火药配方的概貌。

据《高丽史·恭愍王世家》记载，洪武六年（恭愍王二十二年，1373 年），恭愍王朝为抗倭作战的需要，于是年十一月，派密直副使张子温到应天（今南京），请明廷颁降下列作战物资：

船上合用器械、火药、硫黄、焰硝等物……以济度用[2]。

次年五月初八，朱元璋给中书省、大都督府、御史台等官员颁旨，命拨“五十万斤硝，十万斤硫黄”[2]，以及其他所需材料，供高丽军配制火药之用。从调拨的数量看，硝石和硫黄之比是 5:1。用硝石和硫黄的这一比数，加上适量的炭粉，就能配制成性能良好的发射火药，供火铳发射使用。这类火药不但在明初的通都大邑中制造，而且在云南等边远地区也能大量配制。如在洪武二十年五月十一日的诏令中，下令云南的金齿、楚雄、品甸和澜沧江中道等地，要构筑高城深壕，每处准备数千支火铳，让云南的“造火药处，星夜煎熬，以备守御”①。可见，当时云南的造火药处，已能大批制造火药，供数千支火铳发射之用。按上述硝石和硫黄比数的发射火药配方，在明代后期的兵书中也屡有所见。

二、明代后期火药技术的长足发展

明代的传统火药技术，是在《武经总要》所载 3 种火药配制技术的基础上，经过四五百年实战经验的积累，不断发展演变而来。到明代后期，在原料的精选、提炼以及对火药的配制、检验等技术方面，都有许多创新之处，并形成了比较规范的工艺程序。这些在唐顺之的《武编》、戚继光的《纪效新书》、赵士桢的《神

① 明·王世贞撰：《弇山堂别集》卷八七《诏令杂考三》，中华书局，校点本《弇山堂别集》，第 1669 页。



器谱》、何汝宾的《兵录》、茅元仪的《武备志》、孙元化的《西法神机》、焦勖的《火攻挈要》中，都有比较详细的记载和论述。

1．精选和提炼纯硝的工艺

硝的精选和提炼是保证火药质量的关键，它的纯度对火药威力的影响很大，因此，当时的主要兵书对提炼纯硝的工艺程序，几乎都进行了阐述，总结了多种工艺规程。

唐顺之在《武编·火》（1558 年版）中说："提硝用瓦乌盆，滤至一百斤得三十斤乃可作药线。"① 又在《武编·纸砲火铖》中说："硝用好硝，十斤入锅提六七次，务要提净，形如针芒者可用。"② 书中只是原则地提出了提炼硝石"务要提净"的要求，尚未详细叙述提炼纯硝的工艺程序。

赵士桢在《神器谱·原铳》（1598 年版）中，对纯硝的提炼有详细的阐述：

> 制硝，每硝半锅，甜水（指纯净的淡水）半锅，煮至化开时，用大红萝卜一个，切作四五片，放锅内同滚（即煮沸）。待萝卜熟时捞去，用鸡卵清三个和水二三碗，倒入锅内，以铁勺搅之，有渣滓浮起，尽行撇去，再用极明亮水胶二两许，化开，倾在锅内，滚三五滚，倾出，以磁（瓷）盆盛注（住）用盖盖定，放凉处一宿。看枪（指针芒状焰硝结晶）极细、极明亮方可用。若枪不细，尚有咸味，未可入药，当再如前法盆过（即再如前法重制过）③。

何汝宾在《兵录·提硝法》（1606 年版）、茅元仪在《武备志·提硝法》（1621 年版）中，对纯硝提炼的工艺又有进一步的阐述。何汝宾说：

> 提硝用泉水或河水、池水。如无以上三水，〔则〕或甜井水。用大锅，添七分水，下硝百斤，烧三煎，然后下小灰水一斤（即氢氧化钙，$Ca(OH)_3$ 溶液）。再量锅之大小，或下硝五十斤，只用小灰水半斤。其硝内有盐碱，亦得小灰水一点（"一点"为加入的意思），自然分明，盐碱化为赤水不坐（即不沉淀），再烧一煎，出在磁瓮内，泥末沉底，净硝在中，放一二日，澄去盐碱水（母液），刮去泥底（沉淀）。用天日（在好天）晒干〔焰硝〕。宜在二、三、八、九月，余月炎寒不宜④。

孙元化在《西法神机·炼火药总说》（1662 年版）中，对纯硝的提炼工艺，列举了 4 种；焦勖在《火攻挈要》（又名《则克录》）卷《提硝提黄用炭诸法》中，对纯硝的提炼工艺，列举了 2 种。可以说这是明末提炼纯硝工艺所达到的最高水平。因限于篇幅，现各举一例于下。

> （孙元化说）焰硝以鸡子清（即鸡蛋白）炼之，每硝一斤（用）鸡子一枚，不唯去硝中渣滓，兼去水中咸味，是以鸡子之外又用莱菔（即萝卜）、豆腐、葫芦等类，以拔去其碱。炼硝之水宜雨水、雪水（即较纯的水），次用长流水，盖不得已耳。深忌井水，有咸味故也。每硝半锅，水用一锅，鸡白

---

① 《武编》前集卷五《火》、《纸砲火铖》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 343 页。

② 《武编》前集卷五《火》、《纸砲火铖》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 344 页。

③ 《神器谱·神器杂说三十一条》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 651 页。

④ 《兵录》卷十一《火攻总说·提硝法》，《中国科学技术典籍总汇·技术卷》五，第 662 ~ 663 页。又《武备志》卷一一九《制火器法一·提硝法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 988 ~ 989 页。



（即鸡蛋清）趁冷即搅入锅内。待滚（即煮沸）起渣，又入莱菔等物。硝锅初出火时，必须用盖盖定，勿掀动泄气，恐硝中照渣不肯随流而出。照渣者形如粗米粉，此物最能滚珠，与盐碱同害。直待两日后水冷硝凝之时，将硝囫囵取起，用布包好，再以淡水浇之，置于灰上，令撇尽晒干，方得洁静①。

（焦勖说）用甜水（即纯净的淡水）高硝面二寸为度，每硝二十斤用水胶一斤先泡开，大萝卜一个切作四五片，皂角二条捶碎，炭灰汁水四两，同入硝锅煎熬，以大木匙着实搅匀。候大滚数沸，将浮胶垢沫去净。候萝卜已熟，用细夏布二层滤去。（倒入）瓷盆澄二日，去水取硝，研细听用。取硝之时，看牙头明方可取用。若不明亮，尚有咸味，则是咸未尽，不可入药，当用前法再煎再熬一次，取其余硝。

此方以硝质原无他垢，唯生产地中，多杂盐碱结成。殊不知硝性主燃，盐碱主滞（妨碍燃烧），若一毫未尽，则硝之力不猛烈矣，故兹必用灰汁诸物，正欲尽去盐碱，净还硝质之本体耳②。

上述四种提炼纯硝的工艺，是明后期多种类似工艺中比较规范的操作程序，由前至后，不断精细严密，反映了炼硝工艺不断进步的概况。若将它们的工艺规程归纳起来大致有七：其一是将天然硝石放在没有杂质的淡水中溶解，把其中的泥沙等颗粒性杂质进行初步沉淀并将其剔除；其二是用一定数量的鸡蛋白放入硝溶液中反复煮沸，吸附其中的渣滓及盐分；其三是用萝卜同时放入硝溶液中反复煮沸，藉以吸附、清除其中的硫酸镁（$MgSO_4$）、氯化镁（$MgCl_2$）等镁盐，从而防止了焰硝的吸湿和潮解，并消除了苦味；其四是用明矾、明胶加入硝溶液中，使泥沙类的杂质凝聚、沉淀；其五是用小灰水即氢氧化钙溶液加入硝溶液中，使各种钨盐、镁盐和铁盐以碱式碳酸盐或碳酸盐氢氧化物的形式沉淀析出，化为赤水除去；其六是将多次煮沸的硝溶液放入瓷盆中隔宿冷却时，焰硝即硝酸钾便会绝大部分结晶析出，而氯化钠（NaCl）盐分则几乎完全不会析出，这样焰硝便与盐分分离，从而得到相当纯净的焰硝；其七是将瓷盆中漂浮于上的废液倒去，取出结晶于瓷盆中央的纯硝，倒掉沉淀于底的泥末渣滓。经过上述提炼过程后，每百斤天然硝大致只能提取30斤纯硝。这种纯硝呈白色结晶，是配制火药的优质原料。上述炼硝的方法虽然还是古朴的，但是在主要方面却与现代科学中物理、化学反应原理相符合，为近代炼硝法的诞生积累了经验。

2. 精选和提炼纯硫的工艺

硫黄的精选和提炼也是保证火药质量的关键，它的纯度对火药爆发力的影响很大，因此，当时的主要兵书对提炼纯硫的工艺，也几乎都进行了阐述，总结了多种工艺规程。

唐顺之在《武编·火》中说：

硫用好硫黄十斤，将麻油先制去油后用（即先用麻油将硫黄的内油煎

① 明·孙元化撰：《西法神机》卷下《炼火药总说》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1255页。

② 明·焦勖撰：《火攻挈要》卷中《提硝提黄用炭诸法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1298页。



去）。去硫黄内油法：先将硫打（成）豆粒样碎块，每斤硫黄用麻油二斤，入锅烧滚；再下青柏叶半斤在油内；看柏（叶）枯黑色，捞去柏叶；然后入硫黄在滚油内。待油面上黄沫（泛）起至半锅，随取起；按在冷水盆内，倒去硫上黄油，净硫凝（结成）一饼在锅底内者是，取起打碎，入柏枝汤内煮，洗净听用①。

何汝宾在《兵录·提黄法》②、茅元仪在《武备志·提硝法》③、孙元化在《炼火药总说》④、焦勖在《火攻挈要·提硝提黄用炭诸法》⑤中，都有大致相同的阐述。孙元化和焦勖的阐述中，除麻油之外还加了牛油。

上述提炼纯硫的工艺规程归纳起来大致有：其一是先将天然硫块捣碎，拣去沙粒、杂物；其二是将捣碎的硫黄放入锅中加淡水煮沸，去除杂质，倒入瓷盆内沉淀一日后，将沉淀物剔除，取得粗硫；其三是按 10 斤硫黄放入 2.5 斤牛油和 1 斤麻油的比例进行煎煮。赵匡华、郭正谊二位先生曾对加入牛油和麻油的作用进行了试验研究。指出：将豆粒状的硫土块投入沸热的麻油中，由于硫黄的熔点 112.8 ℃远低于麻油的沸点，所以熔化，静止时则处于油的下层（硫黄比重约为 2，大于麻油），泥沙则沉在锅底，而油沸时则油硫成液——悬浮液。其四是舀出液体（硫油混合物）部分，倾入冷水盆中，硫黄冷却凝为固体硫块，沉于水下；麻油则浮于水上，澄出油层可反复使用。取出硫块，用热柏叶汤洗去油，即为精硫，成为配制火药的原料。

3. 精选木炭的工艺

关于精选木炭的工艺，当数赵士桢在《神器谱·神器杂说三十一条》中阐述得最详明：

炭灰，须用柳条如笔管大者，去皮去节，取其（纹）理直者用以烧灰，入药为上。南方柳木甚少，用茄秸灰、蒿灰、瓢灰、杉木灰以代柳木……草木之中，惟榆柳桑柘诸木火性更旺。诸木之中，又惟柳木枝杆直上，火性直走。余皆枝杆曲折，纹理纵横，且质坚炭硬，火性不甚轻便，是以古人不取，惟取柳木。柳条尚须去皮与节。皮则烟多，节能迸炸，故尽去之。杉木火力虽弱，其理尚直，其余具不可用……北方麻秸灰甚轻，但可入发药（即火门药），若作筒药（即发射药）[则] 无力⑥。

上述精选木炭的工艺规程归纳起来大致也有四类：其一是在各种草木之中，最好要选用清明前后的柳条，因为此时的柳条叶芽将萌未萌，养分集中在柳条上，质地最好；其二是将这种枝直条匀的柳条取下，去皮除节，自然风干；其三是将风干的柳条截成小段，焙制成炭；其四是将焙制好的木炭，碾成粉末，成为配制火药的原料。由于这种炭粉是用去皮去节的柳条制成的，所以在燃烧时无烟无脂，

① 《武编》前集卷五《火》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 344 ~345 页。
② 《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 663 页。
③ 《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 989 页。
④ 《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1256 页。
⑤ 《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1298 ~1299 页。
⑥ 《神器谱·神器杂说三十一条》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 652 页。



具有较高的燃速和各向均匀性，增强了火药的瞬时迸发力。赵士桢所说的柳条最好，指配制发射火药而言，但因原料来源的限制，所以不少火药作坊也常选用其他的树木作原料，以满足大量使用的需要。如北方的柳条较少，所以常用茄秸灰、杉木灰等代替，当然在质量上逊于柳木灰。另一方面，由于火药的用途很广，对火药品位、性能的要求也不一样，也并非都以柳木灰为佳，如在配制各种燃烧与爆炸性火药时，往往还必须选用其他草木灰配制特殊的火药。下节还将对此作专门论述。

4. 配制火药的工艺

明代后期的统兵将领与军事技术家在他们著述的兵书中，对配制火药的工艺都有详略不同的阐述。其中主要有唐顺之的《武编·火》、戚继光的《纪效新书·布城诸器图说篇第十五》、赵士桢的《神器谱·火器杂说三十一条》、何汝宾的《火攻总说·火药方》、茅元仪的《武备志·制火器法·制火药方》、孙元化的《西法神机·炼火药总说》、焦勖的《火攻挈要·提硝提黄用炭诸法》等①。若将它们的工艺规程归纳起来大致有四：其一是将3种原料分别碾成粉末，即将精选和提炼的硝、硫、炭，按配制火药的要求，称准分量，按配方比例，分别放入石臼或木槽中，反复捣碾多次，使之成为细末，为三者的均匀拌和作好准备。其二是将3种原料拌和，即把碾细的硝、硫、炭三种粉末，按比例混合放入木臼中，再加入少量的纯水或烧酒，将三者的混合物拌和成湿泥状态，并用木杵捣碾成千上万次；在捣碾过程中，要严禁将沙石杂入木臼中，以免磕碰后生火成灾；当混合物将干时，加水再捣，使混合物充分匀和细腻，而后取出日晒。其三是对成品进行质量检查，即选取一部分晒干的火药成品，放在纸上燃烧，如果迅速燃尽而纸张完好无损，则是合格制品；或者将样品放在手心中燃烧，火药燃毕而手心不觉热者，说明成品燃速快，是合格制品；反之，如火药燃毕后在纸上留有黑星白点，或手心感到烧灼者，则为不合格制品，需要返工再次捣碾，直到合格为止。其四是筛选合格药粒，即将经过检验合格的药块破碎成粒，用粗细不同的箩筛，分别筛选出大铳（炮）、佛郎机和鸟铳所用的大中小各种药粒，不成粒状的可以用作火门引药，剩下的细粉末则全部剔除。这种按枪炮口径和药室大小，选用相应档次的粒状火药的目的，既是为了提高发射威力，也是为了保证火药发射时的安全。《西法神机》与《火攻挈要》所记载的火药配制技术与工艺，同欧洲17世纪初的火药配制技术与工艺大致相近，从一个侧面反映了当时东、西方火药技术的交流概况。

上述发射火药的配制工艺，是最基本的火药配制工艺。若要配制各种燃烧与爆炸性火器所用的火药时，除了要按照上述基本工艺操作外，还要对各种火药所需附加的各种原料，进行精选和提炼，使之符合所制火药的各种特殊要求，其方法千差万别，各有其奥秘。

三、传统火药配方的百花齐放

明代后期的兵书与火器专著所记载的传统火药配方有七八十种之多，可谓集中国传统火药配方之大成的时期。其中以《武编》的记载为最早，《武备志》的记

① 《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第341、462、652、663、989、1256、1299页。



载为最多、最全面、最系统。上述七八种火药配方，按其特点和用途，大致可分为如下几类①。

1. 管形射击火器所用的发射火药、火线（含火门点火用）火药配方

发射火药配方：硝5斤、黄1斤、茄秆灰1斤。

又方：硝10两②、硫5钱、灰1.5两。

铳用常药方：硝4两、硫1钱、斑猫③（或作班猫、班毛、斑毛）1钱。

发药方：硝1斤、硫2.24两、柳木灰2.88两。

铅铳火药方：硝40两、硫6两、柳木灰（或用葫芦灰、茄秸灰）6.8两。

火线火药方：硝1斤、黄3.6两、柳木灰4.3两（有的还加入茄秸灰5钱、白砒5钱、樟脑3钱）。

药线方：硝4两、硫1.02两、灰4两（《武编》前集载）。

慢火药方：硝1斤、黄6.2两、雄黄4.8钱、砒霜8两、墨煤4两、硇砂8钱、朱砂4两、水银4两。

火信药方：硝1两、硫3分、葫芦灰和斑猫各3钱。

药信方：硝1斤、硫4.8钱、灰4.8钱。

2. 传统火器所用火药配方

火箭火药方：硝10两、硫5钱、灰3.5两（《火攻挈要》载）。

又方：硝1斤、硫4.8钱、灰4.8两（《武编》前集载）。

喷筒火药方：硝10两、硫5钱、灰3两（《火攻挈要》载）。

又方：硝10两、硫1两、灰2两（《火攻挈要》载）。

又方：硝4.8两、硫4.8两、灰8钱（《武编》前集载）。

又方：硝5两、硫4.8两、雄黄2.4两、灰1.6两、砂3.2两、铁砂半斤（《武编》前集载）。

水箭法（喷筒用）：川乌、草乌、狼毒、南星、麻姑、硇砂、半夏、皂角、红砒霜、胆矾（以上各2斤）、巴豆3升、藤黄半斤、大椒半斤、斑猫6两。

喷火药方（喷筒用）：硝2两、硫2.5钱、灰3.5钱、细砂7.5钱。

药饼方（喷筒用）：硝2斤、硫1斤、石黄1斤、樟脑1斤、干漆10两、柳屑2斤、芸香半斤、松香3斤、好麻6两（《火攻挈要》载）。

药弹方（喷筒用）：柳屑1斤、松香3斤、樟脑2斤、硫黄1斤、干漆半斤、牙皂1斤、石黄与硼砂各8两（《火攻挈要》载）。

地雷火药方：硝10两、硫3两、葫笋灰2两、石黄5钱、雄黄3钱、硼砂5钱（《火攻挈要》载）。

爆火药方（地雷用）：硝4两、硫3钱、灰8分。

又方：硝10两、硫6两、葫箬灰3两、石黄1两、雄黄5钱。

又方：硝10两、硫2.5两、灰1.5两、斑猫5钱（《火攻挈要》载）。

---

① 由于《兵录》与《武备志》所载火药配方较多，且基本相同，故凡摘自此二书中的火药配方后不括注书名，摘自其他著作者括注书名。

② 此处16两=1斤，下同。

③ 斑猫：此处作含炭物用。



炸药方（地雷用）：硝1斤、硫半斤、柳木灰1.6两、石黄1.6两、雄黄8钱。

埋伏走线药方（引爆地雷用）：硝10两、硫1两、灰3两、斑猫1两、白砒3钱、樟脑2钱、水马1两（《火攻挈要》载）。

火种药方（引爆地雷用）：不灰木（石棉）1斤、炭末3两、麸皮3两、红枣肉6两、铁衣3两，略拌米泔为饼。

火罐药方：硝7两、硫3两、灰2两（《火攻挈要》载）。

3. 火攻用药方

它们大多装填于火毬、火桶、喷筒等火器中。

神火药方（用于偷营劫寨、冲锋破敌）：硝石、硫黄、石黄、雄黄、雌黄、柳灰、葫箬灰、银杏叶、芦花、松香、艾肭、豆末、黑砒、巴霜、干粪（所用多为易燃药料）。

毒火药方（用于临阵以毒攻敌）：硝石、硫、石黄、雄黄、柳木灰、杉木灰、川乌、草乌、南星、半夏、狼毒、蛇埋（草）、烂骨草、断肠草、金顶砒、牙皂、巴霜、铁脚砒、银锈、干漆、干粪、松香、艾肭、金汁、斑猫、姜汁、烟膏、蝦蟆油、骨灰（所用都是毒性药料）。

烈火药方（用于烈火焚烧敌军）：硝石、硫黄、石黄、雄黄、柳木灰、桦木灰、葫箬叶、银杏叶、豆末、松香、砒信、斑猫、艾肭。

飞火药方（用于冲阵劫寨，焚烧粮草）：硝石、硫黄、石黄、豆黄、柳木灰、桦木灰、葫箬叶、芦花、松香、银杏叶、干粪、皂角末、斑猫。

法火药方（临阵用毒性火焰攻敌）：硝石、硫黄、石黄、雄黄、柳木灰、桦木灰、葫箬叶、良姜、干姜、军姜、胡姜、川辛、胡辛、黑蓼、赤蓼、榆皂、大皂、白信、矿灰、人精、松香。

烂火药方（临阵用毒性火药攻敌）：硝石、硫黄、柳木灰、桦木灰、葫箬叶、斑猫、铁子、磁锋、硇砂、银锈、人中汁、桐油、虎药。

逆风火药方（用在逆风中燃烧更为猛烈的火器攻敌）：硝石、硫黄、杉木灰、桦木灰、葫箬叶、斑猫、江豚（即江猪）油、江豚骨、狼粪、艾肭。

三合一火药方（用三种火药合在一起攻敌）：飞火药1斤、毒火药1斤、神火药1斤、硝石1斤、硫黄6两、朱砂3钱、水银2钱，以及柳木灰、杉木灰、葫芦灰、箬叶灰共4两。

4. 烟火信号火药方

它们是用火药与发烟物燃烧后，产生浓烟或不同色彩的焰火，向邻近驻军报警。

神烟火药方（燃烧后以浓烈烟雾遮挡敌人的视线）：硝石1斤、硫黄4两、石黄1斤、灰3两、樟脑1两、轻粉1钱、阳起石1两、砒4两。

结烟火药方（即狼烟药方，燃烧后可产生黑色高冲的狼烟，给附近驻军报警）：狼粪、石黄、雌黄、阳起石。

又方（又称烽烟药方）：狼粪100斤、硝10斤、柳木灰20斤、榆面20斤（《火攻挈要》载）。

青烟火药方（燃烧后可产生青色烟焰）：硝石2两、硫黄3分、灰1钱、桦皮



1 两、青黛 3 钱。

白烟火药方（燃烧后可产生白色烟焰）：硝石 1 两、硫黄 5 钱、灰 1 钱、铅粉 4 分。

红烟火药方（燃烧后可产生红色烟焰）：硝石 1 两、硫黄 3 钱、灰 1 钱、松香 2 两、黄丹 1 两、沥青 8 分。

紫烟火药方（燃烧后可产生紫色烟焰）：硝石 1 两、硫黄 3 钱、灰 1 钱、紫粉 5 钱、麻油少许。

黑烟火药方（燃烧后可产生黑色烟焰）：硝石 1 两、硫黄 2 钱、灰 3 钱、木煤 3 钱、生皂角 3 钱。

上述青烟、白烟、红烟、紫烟、黑烟等 5 种信号火药方，基本上系由南宋年间的“五色烟火”演变而来，是五色烟火用于军事的典型制品。

5. 其他各种火药方

如起火药方、日起火药方、夜起火药方、五里雾、一炷香火药方、三十六味火药方、追魂雾（《火龙经》载）、无敌毒龙神火药方等，它们的用途不外乎上述几类火药方。在以上 45 种火药方中，包括了各种用途，它们有的标明了配制一份的重量，若实战需要大量使用时，即可按比例成百成千乃至上万倍地配制，以求达到作战目的。有的虽然没有标明配制一份的重量，但一般也都是在配制的火药中，根据实战积累的经验，加入足够重量的其他物料，制成不同用途，达到各种作战目的的火药。

明代后期的火药配方，在原料的精选、火药的配制技术、种类之多、用途之广等方面，都超越了前代，发展到了鼎盛时期。同期的欧洲，虽然在枪炮所用的发射火药方面，取得了历史性的进步，并反向流传到中国。但是他们却缺少像中国那么多用途的火药，这是因为中国多用途的火药，是借鉴中草药的配方原理配制而成的，具有中华民族浓厚的民族特色，这是欧洲所不具备的条件。

四、火药贮存的工程技术

火药配制成功后必须妥善贮存，以防日晒雨淋，使火药能保持较长的有效使用期。更为重要的是要建筑特殊的火药库房，以免被盗和发生火灾。为此，明代后期的统兵将领和军事技术家采取了许多特殊的工程和技术措施，以保证火药的及时供应和贮存的安全。在当时的条件下，火药贮存的工程技术主要集中在两个方面：其一是火药成品的装坛密封技术；其二是火药成品库存的工程技术。

1. 火药成品的装坛密封技术

明代后期的火药作坊在火药成品晾干后，便装入一种口小腹大内外有釉的瓷坛中，坛口有一个稍长的束颈，以便拴固。坛外用竹皮包络成网状，以便系索扛抬。每坛装药 50 斤或 100 斤，必须准确无差，以便按标准分发各地驻军，免得临警慌乱。火药装入坛后，依次用矾纸托油纸裹紧，口上用大瓷碟套盖严密，口外用胶泥封固，待封口干固后送交药库贮存。若因贮存较久而火药发潮，即拆开坛口，取出潮药，再按配制火药的工艺规程，重新捣碾、筛选、晾干、封存，以便



继续使用①。这是当时比较普遍采用的一种装坛密封技术，纯属手工操作，虽然比以前有较大的进步，对火药能起到一定的防潮作用，但是有效期并不太长，所以当时对贮存的火药，必须经常进行倒库、晾晒、通风，以及对转潮的火药进行重新配制，甚至废弃不用。由此而造成的人力、物力、财力的耗费也是不可低估的。

2. 建造火药库的工程技术

明代后期为了贮存各火药厂局制造的火药成品，曾大兴土木，建造了不少火药库，在京城有王恭厂、盔甲厂、安民厂等火药厂局建筑的火药库，在其他各地也建有许多火药库。为有一定的规制可循，当时对建造火药库的工程技术及安全保密问题，作出了不少规定。

其一是要严密防火。为防止贮存的火药发生火灾，当时规定火药库不可与制造火药的厂局建在一起，不可建在靠近人烟稠密之处，房屋不可多用木料砖石而只建土墙，库门用铁包裹而不露寸木，库房四隅通风孔均用铜网网住而避免将外火引入，库内库外一律不得铺席、糊纸、堆积柴草等引火之物，驻守之兵不能用草而只能用煤炭烧饭做菜。

其二是要通风防潮。为防止贮存火药吸湿转潮，库基必须选在旷野高爽之处；库房四隅要用砖砌筑曲折风孔以通出湿气，库檐四隅也要开曲折风孔以透风。

其三是库房要分散建筑。建筑火药库的部门对所建库房的大小多少可以不拘一格，但库房一定要分散建筑，不但驻守一城部队的火药库不宜集中建在一处，即使小型火药库的各库房也不应互相连接，而只能一二间或三间为一库。各库之间要厚筑土墙分隔，彼此要间距 2 丈多为宜。各库房的库门不可直对，夹道必须曲折开向，外加土墙，上门封锁。众库之外总筑一道厚土围墙，墙要高过库房的屋脊。总墙之外铺筑一条 2 丈宽的夹道，从而使火药库成为一处封闭性建筑。

其四是官署和宿舍要建筑在夹道之外。封闭性库房要在建筑的夹道之外，砌筑官署、宿舍及其他军需仓库，其外再建筑围墙，有哨兵守门。门外筑一条 2 丈宽的大路，使之与民居隔离，避免外人出入。

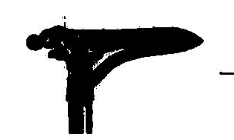
其五是加强安全保密。火药库的四隅要砌筑一间瞭望楼，楼上四面开窗，晚上各派 2 名哨兵轮流值班，白天禁止闲人出入，跟随官府官员入库的随从，不得私窥火药库，火药库内不能让陌生人入内，以防奸细混入，妄自入库者以奸细论罪。管库官要恪尽职守，随时巡察。上级对管库官要稽查其勤怠，以便考核②。

明代后期的火药技术，从原料的精选、提炼到火药的配制及贮存，都已形成一套规范的技术和工艺规程，是中国古代火药技术发展至成熟阶段的标志，为在各种样式作战中使用的火器，提供了充裕的火药。在此期间，虽然欧洲火药工场中用机械配制火药的技术与工艺开始传入中国，但是由于明末朝廷政局混乱，党争纷起，军事技术家徐光启、孙元化等相继去世，先进的技术与工艺没有及时被采用，所以明末清初的火药技术还只能在手工业作坊的轨道上缓慢发展。

---

① 《火攻挈要》卷中《提硝提黄用炭诸法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1300 页。

② 《火攻挈要》卷中《收贮火药库藏图说》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1300～1301 页。



第二节　欧洲火药技术的发展

明代后期除传统的火药配制与使用技术得到长足的发展外，西方的火药配制与使用技术也开始传入中国。这是一种回归的流传，即中国发明的火药在14世纪经阿拉伯传入欧洲后，推动了欧洲火药技术人员的研究，使欧洲的火药配制与使用技术，自14世纪后期至17世纪前期，即大约相当于明王朝的统治时期，取得了较大的进展，其成果也随着欧洲冒险者的东来而传入中国。欧洲火药的配制与使用技术，也经历了一个由原始的手工业方式，向机械化方式的历史过渡。

一、欧洲火药的手工配制阶段

16世纪以前，欧洲各国由于手工业技术尚不发达，硝硫等原料缺乏，所以硝石与硫黄的提炼及火药的配制方法，都比较原始而简陋。

1. 硝石的提炼

在缺少大宗硝石产地的情况下，欧洲人只能从碎石堆、牛栏、马厩、羊牢、猪圈、居家的墙根和床下、土窖中，采集一些土硝，经过土法提炼后，取得制造火药用的纯硝。在16世纪末至17世纪初，英国提炼硝石的方法具有一定的代表性。16世纪末，英国殖民者开始侵入印度。1600年，英国在印度建立了东印度公司。1621年后，该公司已拥有自己的军队，建筑了自己的堡垒，逐步扩大在印度的势力，掠夺印度的财富，印度所产的硝是他们掠夺的主要原料之一。英国殖民者在大量掠夺了印度盛产的土硝后，运往英国精选提炼，使英国成为欧洲产硝领先的国家。英国当时提炼精硝的方法是：将粗硝煮沸成溶液，经过冷却，纯硝结晶于表面，杂质残存于溶液中。将杂质除去，再将表面结晶晾干，成为配制火药用的纯硝（图2－3－1）。



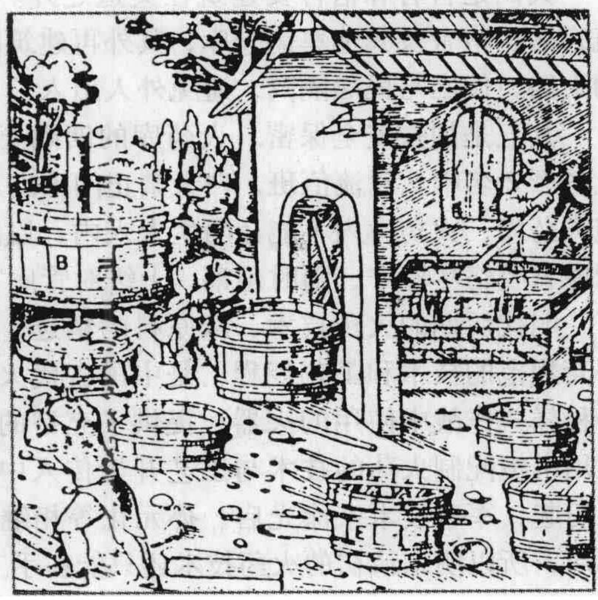
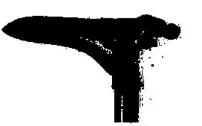


图2－3－1　欧洲提炼硝硫图



2. 硫黄的提炼

欧洲的硫黄大多产于意大利西西里岛等火山爆发地区。其他国家向这些地区购买天然硫黄后，采用拣去杂质，加热煎熬和蒸发等方法进行提炼，待冷却后使用。

3. 木炭的选焙

欧洲焙制木炭的树木有榛木、菩提树、白杨、青杨、赤杨、接骨木等。西班牙主要以大麻秸为原料。原料选好，便将它们放入密闭的烧炭炉内炭化，而后取出制作木炭粉。

4. 火药的配制

硝、硫、炭等3种原料到位后，便将它们碾成粉末。14世纪时，欧洲大多采用牛马拉动的石臼，用铜杵捣碾与拌和，制成火药。至15世纪，便采用水车进行捣碾与拌和。为防止灾祸的发生，每一次只能拌和22.5千克，并将它们制成药块。最后再将它们破碎成粒，用箩筛筛选各种适用的药粒，供枪炮发射时使用。

上述欧洲提炼硝石、硫黄，焙制木炭以及配制火药的工艺，大致与中国宋、元、明三代所用的方法相似，从一个侧面反映了中国火药配制技术西传的概况。

二、欧洲火药向机械化配制阶段的过渡

16世纪后期，欧洲的火药配制，已开始从手工业作坊向采用机械设备的火药配制工场过渡。1561年，英国建成了戈德斯东（Godstone）火药制造工场，由伊丽莎白一世（1558—1603年在位）王室控制。1578年，德意志的著名火药工场——官立火药制造所，在柏林西面的斯潘道（Spandau）建立，该地位于斯派（Spee）河与海佛尔（Havel）河的交汇处，有充裕的水力资源可以利用。1665年，俄罗斯在莫斯科附近创办了火药工场。之后，欧洲的火药制造便逐渐走向机械化制造的发展阶段。

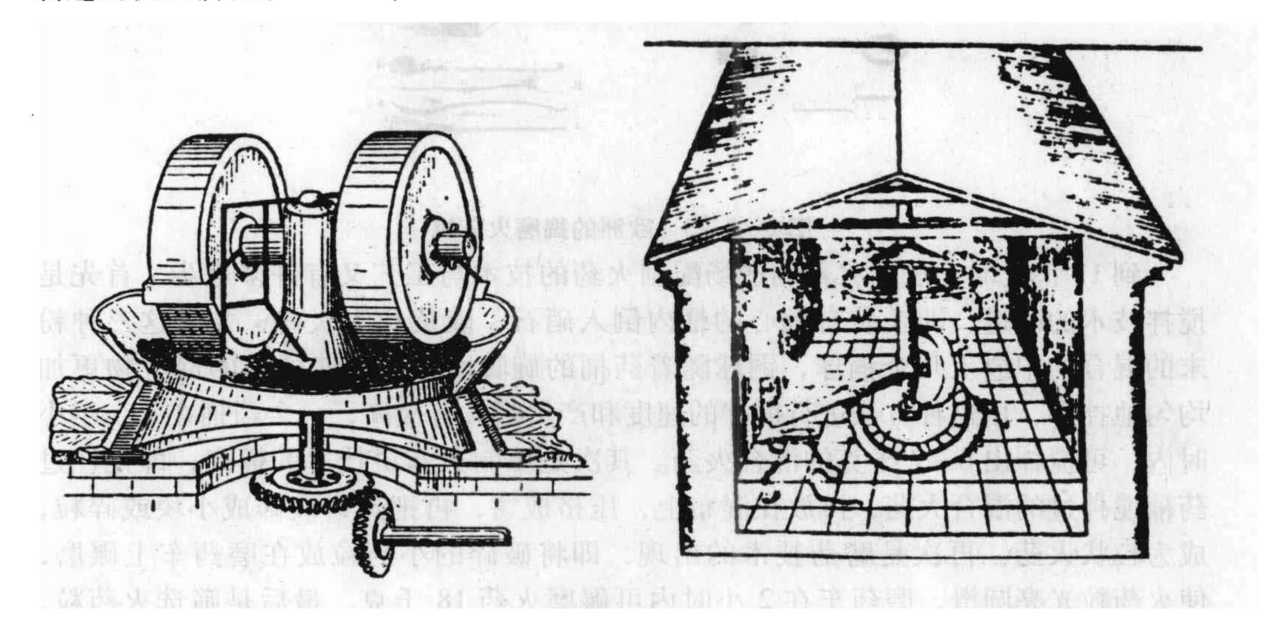


图2-3-2　欧洲的碾磨火药图

16世纪至17世纪，法国是欧洲火药配制技术比较先进的国家，以水车为动力



机械。配制火药时，首先开动水车，用水力传动碾磨机，将集中在碾磨机下的火药料碾碎。碾磨药料时经常发生危险，伤害在场操作的工人。为了操作安全，便采用刮刀装置，自动将药料从碾磨石上刮下来，以减少工人直接同碾磨接触（图2-3-2)。后来将碾磨改为悬吊式，使磨石不直接接触碾磨盘，操作安全得到了较大的改善（图2-3-2)。其次，将碾磨好的火药料放在石臼中捣臼。当时法国火药制造工场所用的石臼，每臼可装10千克火药料。捣臼时，将石臼排成1~2行，装在用风力或水力传动的机械装置“捣磨机”上。这种捣磨机是一种组合式装置，每一台机器有4~6个碾钵（臼)，4~6根捣杵，由一个曲柄连动，右边有一个凸形飞轮，用一个旋转的圆筒为轴，轮与轴互相垂直。这是当时较为先进的捣机，一直使用到18世纪（图2-3-3)。

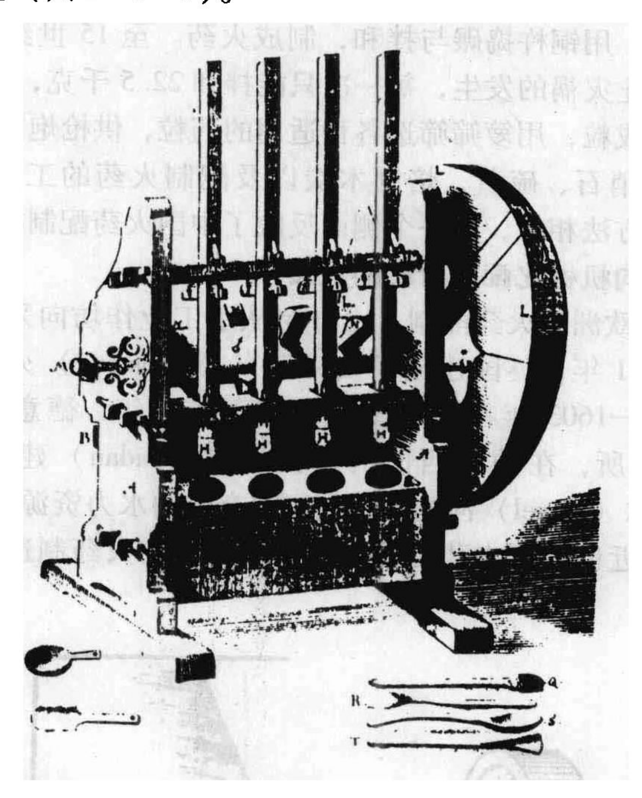


图2-3-3　欧洲的捣磨火药机

到17世纪时，法国火药制造场配制火药的技术与工艺又有许多进步。首先是搅拌技术的改进，即在装有轴心的桶内倒入硝石、硫黄和木炭粉，并在这三种粉末的混合物中放入几个铜球，铜球随着药桶的旋转而滚动，使桶内的混合物更加均匀地拌和，用这种方法进行搅拌的速度和产量都大有提高，一个药桶在1个半小时内，可搅拌出6~7千克的混合火药。其次是压制火药饼技术的提高，即把经过药桶搅拌过的混合火药，摊放在湿布上，压挤成饼，再把药饼破碎成小块或碎粒，成为粒状火药。再次是磨药技术的出现，即将破碎的小药粒放在磨药车上碾磨，使火药粒光亮圆滑，磨药车在2小时内可碾磨火药18千克。最后是筛选火药粒，即将上述碾磨后的火药粒放在一个粗眼筛上，粗眼筛下再放置一个细眼筛，细眼筛下放置一个大皮箱；当摇晃粗眼筛时，大于筛眼的火药粒留在粗眼筛上面，小于筛眼的火药粒漏在其下的细眼筛上，火药细微粉末便通过细眼筛筛入最下面的



皮箱内，大于筛眼的火药粒则留在细眼筛上；而后再用两种规格的筛子，将留在细眼筛上的药粒分成大粒和小粒，晒干后分别给枪炮使用。留在粗眼筛上的火药大碎块，可以再次碾磨筛选，皮箱内的火药细粉末，可以再次搅和、碾磨、筛选，以增加火药成品的产量。

上述情况说明，欧洲人虽然迟至14世纪初，才从中国西传的火药制造技术中，学会了硝石和硫黄的提炼技术，懂得从各种木柴中选取焙制木炭的原料，并将提炼和精选过的硝石、硫黄和木炭，碾磨成粉末，采用人工拌和、捣碾等工艺，配制成初级的黑色火药，供枪炮发射所用。但是由于欧洲自走出中世纪之后，便以较快的速度走向科学技术蓬勃发展的轨道，把硝石、硫黄和木炭的提炼与精选技术以及火药的配制技术，从手工推向机械化的发展阶段，使火药配方得到持续不断的发展，并开始向中国等东方国家流传。

三、欧洲火药配方的发展

欧洲人在14世纪初配制成火药后，便在实际制造过程中不断地演进。

1350年，有一个名叫阿德恩（Arderne）的人，发表了他所研究成功的一个火药配方，其硝、硫、炭的组配比率是：

硝石66.7%，硫黄11.1%，炭22.2%。

14世纪末，德意志采用的火药配方有3种，它们的组配比率是：

硝石66.7%，硫黄22.2%，炭11.1%。

硝石62.5%，硫黄25%，炭12.5%。

硝石57.1%，硫黄28.6%，炭14.3%。

之后，欧洲国家所用的火药，硝石的含量便逐渐增加。

16世纪，欧洲大型火炮、中小型火炮、火绳枪，依次使用按下列组配比率制成的火药：

大型火炮用火药：硝石50%，硫黄33.3%，炭16.7%。

中型火炮用火药：硝石66.7%，硫黄20%，炭13.3%。

火绳枪用火药：硝石83.4%，硫黄8.3%，炭8.3%。

1606年出版的《兵录》和1621年出版的《武备志》，刊载了从欧洲传来的大型火炮、火绳枪（鸟铳）、火门点火所用的3个火药配方，它们的组配比率依次是：

大型火炮用火药：硝石71.4%，硫黄14.3%，炭14.3%。

火绳枪用火药：硝石75.75%，硫黄10.6%，炭13.6%。

火门火药：硝石63.5%，硫黄14.3%，炭22.2%。

1632年出版的《西法神机》和1643年出版的《火攻挈要》，刊载了从欧洲传来的大型火炮、火绳枪（鸟铳）、火门点火所用的3个火药配方，它们的组配比率依次是：

大型火炮用火药：硝石70%，硫黄12.6%，炭17.4%。

火绳枪用火药：硝石81.1%，硫黄7.1%，炭11.8%。

火门点火用火药：硝石79.2%，硫黄9.4%，炭11.4%。

此外，《西法神机》还刊载了噜密国（在今土耳其境内）和日本大型火炮所使



用的火药配方，它们的组配比率依次是：

噜密国大型火炮用火药：硝石66.7%，硫黄8.3%，炭25%。

日本大型火炮用火药：硝石62.5%，硫黄11%，炭26.5%。

1635年，英国政府颁布了当时英军所用标准火药的配方：

硝石75%，硫黄12.5%，炭12.5%。

1650年，一个名叫莱米诺维茨的人，发表了如下的火药配方：

大型火炮用的2个火药配方：

硝石66.8%，硫黄16.6%，炭16.6%。

硝石70%，硫黄14%，炭16%。

火绳枪用的2个发射火药配方：

硝石72%，硫黄13%，炭14%。

硝石75.5%，硫黄11.2%，炭13.3%。

骑兵枪用的2个发射火药配方：

硝石78.7%，硫黄9.4%，炭11.9%。

硝石85.6%，硫黄8.5%，炭5.9%。

16世纪初叶，随着葡萄牙舰船在广州的挑衅，以及其后欧洲传教士的来华，中西文化交流的增多，欧洲火绳枪炮使用的一些火药配方，开始传入中国并得到了长足的发展。

四、欧洲一些火药配方的传来

据《筹海图编》卷十三记载：明军曾在嘉靖元年（1522年）西草湾之战中，获得葡萄牙人使用的一个火药配方。又于嘉靖二十七年歼灭侵扰我国闽、浙沿海倭寇之时，俘获了懂得欧洲火药制造之法的“番酋”，当即派员学习其法，命“义士马宪制器①，李槐制药”，所制成品甚佳。不久，戚继光在《纪效新书》卷十五中，记载了一个“制合鸟铳药方”，可以认为它是融合中外发射火药配方的代表。其成分是：

硝一两，黄（硫）一钱四分，柳炭一钱八分；组配比率是75.75%，10.6%，13.65%。

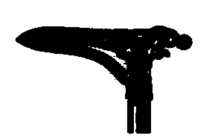
此后出版的各种兵书与火器专著，大多记载有包含此方在内的发射火药、点火用的火门火药、浸泡火线用的火线火药等配方。据《武编》、《纪效新书》、《神器谱》、《兵录》、《武备志》、《西法神机》、《火攻挈要》等7种兵书所记火药配方的不完全统计，其中有炮用火药12种，鸟铳用火药12种，火门用火药10种，充分反映了西方火药制造技术传入中国后得到长足发展的状况。它们的配比重量与组配比率各不相同，现依次各举其中1个配方于下：

炮用火药配方：硝石70%，硫黄12.6%，炭17.4%。

鸟铳用火药配方：硝石81.1%，硫黄7.1%，炭11.8%。

---

① 据《武编》前集卷5《火器》中称：“鸟铳，匠头义士马十四呈（所制鸟铳）。每铳一杆，用福铁二十斤，价银二钱。”此处义士马十四似为义士马宪之别名，福铁是指福建地方用木炭炼成的精铁，故所制鸟铳甚佳。



火门用火药配方：硝石63.5%，硫黄14.3%，炭22.2%。

从上述3个火药配方，可以看出当时中西方火绳枪炮所使用的发射火药与火门火药配方，是基本相近或完全相同的。它们同当时明军使用的其他传统的燃烧与爆炸性的火药不同，其成分除硝石、硫黄、木炭3种原料外，不包含其他任何物料，而且用于发射的火药，具有含量高、燃速快、射程远等特点。其中精良的粒状发射火药，一直使用到中英第一次鸦片战争（1840—1842年）前。

五、欧洲火药贮存的工程技术

欧洲各国贮存火药的工程技术与明代后期贮存火药的工程技术，既有相似之处也有不同的地方。其火药成品的坛装密封技术大致相似。其火药库的建筑则有不同，这是因为欧洲建筑多为小型城堡，所以火药库也大多是依城而建的小型火药库。其规制是：库址选在城头的空闲之处，在城头的内侧附墙建筑一座小方台，高与城等。较大的方台底面为81平方米，稍小的方台底面为36平方米。方台周围编织荆笆为墙，用羊毛和泥涂在笆上，笆外用桐油与石灰涂抹，厚约12厘米。台墙内外两壁的篱笆相距约130厘米，即墙壁厚约130厘米，方台火药库的顶盖为尖圆形，顶盖内外部也如围墙一般，用泥涂灰盖。火药库的木板用铁包裹，四隅上下曲折开孔，以便透风，同时用铜网隔蔽，以防外面的火源进入库内，导致火灾。每座火药库可贮存5000千克火药，贮存后即将门封锁，并派遣两三名哨兵轮流看守，较之大火药库易于管理。中国的州县小城，若能仿建这种小型火药库，那就更为实用了。这种小型火药库在建筑上还有一个特殊优点，就在于它的围墙和顶盖只用荆笆而不用木石砖瓦，由于荆笆体轻料微，万一着火，其火性向上直冲而起，不向旁侧蔓延，所以造成的损失也不会太大。

欧洲贮存火药还有一个简便易行的方法，就是平时并不将火药完全配制成功，只是将硝、硫、炭3种药料分别炼净碾细，各自按定数分放于坛中待用。遇有紧急军情需用火药时，立即开动配制火药的机器，迅速混合捣拌，即日可成，也不会延误使用。如果将3种药料全部合成火药，则积多日久，反而因转潮失效而不能使用，何况合成的火药又常有发生火灾的危险。当然如果配制火药的方式落后，生产的人员和设备又少，生产能力低下，在短期内不能配制成足敷应用的火药，那么配制成一定数量的火药贮存起来，以备急用，不致临渴而掘井，那也是必须的，这就要靠精确的计划了。

欧洲的火药技术虽然起步较晚，但是由于发展速度较快，所以在16世纪末17世纪初，在许多方面已经处于世界的领先地位了。

第三节　对火药所用药料的理论研究

明代后期，本草学家与火药学家，都对配制火药所用的药料进行了理论研究，两者的研究有着密切的联系。

一、本草学与火药学的亲缘关系

从明代后期众多火药配方所含丰富的药料，可知火药学与当时的本草学有着密不可分的亲缘关系，两者同出一源而运用于不同的领域。火药学相对于有着久



远发展历史的本草学而言，是一门新兴的学科，它以本草学的卓越成就为基础，从中汲取丰富的经验和营养，从而与本草学一起，对社会的发展起着特殊的推动作用，并产生深远的历史影响。

从嘉靖到明末（1522—1644 年）的 120 多年中，本草学与火药学是并行发展的两门姐妹学科，两者互相借鉴，互相推动，相辅相成，相促相长。本草学的代表人物是李时珍，代表作是《本草纲目》。火药学的代表人物有唐顺之、郑若曾、戚继光、赵士桢、何汝宾、茅元仪、孙元化、焦勖等人。他们在《纪效新书》和《练兵实纪》、《筹海图编》、《神器谱》、《兵录》、《武备志》、《西法神机》、《火攻挈要》中，既精心探求本草药料在配制火药中的作用，又多方选用本草药料医治被各种毒性兵器杀伤的疾痛，发展了本草药在军医领域内的运用。两门学科都具有浓郁的民族特色，它们的成就是中华民族聪明才智的结晶。

二、本草学家对火药用料的研究

本草学家对发展火药学的贡献，主要在于以他们的研究成果，为火药学家提供了实践经验和理论依据。本草学是关于中国古代用以预防、诊断和治疗疾病的药类物质的知识体系。它研究的对象是天然药料及其加工品，包括植物、动物、矿物药料，以及部分化学、生物制品，时至明代后期，已有 1 000 多年的历史。在当时的医药学家、博物学家李时珍（约 1518—1593 年）的推动下，中国古代的本草学已经发展到了成熟的阶段，出现了大放光彩的巨著《本草纲目》。

1．李时珍和他的《本草纲目》

李时珍，字东璧，号濒湖山人，人称李濒湖。蕲州（今湖北蕲春）瓦硝坝人。世医出身。自幼博览群书。14 岁中秀才，后经 3 次乡试落榜，遂承其父李言闻（字子郁，号池目，曾任太医院吏目）之家学，以医为业。因医术高明，被聘为楚王府奉祠正，掌管良乡所，后又被举荐进京，入太医院供职。一年后辞归故里，专心著述。其时，由宋代唐慎微（字审元，蜀州晋原——今四川重庆人，生卒年不详）所撰写的《经史证类备急本草》（简称《证类本草》，约成书于北宋元丰五年——1082 年），已流传 500 多年，不符合当时的使用要求。李时珍在《证类本草》的基础上，参阅 800 多部医药书籍，边采集调查，边临床实践，历时 27 年，于万历六年（1578 年）撰写成《本草纲目》。全书 52 卷，约 190 多万字，载药 1 892种（新增 374 种），附方剂 11 096 个，改绘药图 1 160 幅，内容丰富，取材广泛，考订详明。在充分汲取历代"本草"书的编纂经验，以及在保留标注引文出处的基础上，《本草纲目》对古"本草"书过时的分类方法，进行了大胆的变革，把过去对药物按上中下三品分类的方法，改为标纲立目的分类方法，将全书的药物以 16 个部为纲，下分 60 个目。这种做法，不仅便于检索，而且建立了比较先进的本草药物的分类系统。

《本草纲目》虽系本草学专著，但是在论述朴消、消石、石硫黄、杉、樟脑的产地、品类、药性、主治及功效时，涉及了它们在配制火药中的作用和军事用途。

2．李时珍对硝石的研究

李时珍在《本草纲目》卷十一中，对千余年来有关"消"（即硝）的研究作了全面的辨析，对本草学与火药学都有极其重要的意义，对明代后期火药配制技



术的提高具有特殊的作用。现分别转录于下：

> 朴消……此物见水即消，又能消化诸物，故谓之消，生于盐卤之地，状似末盐，凡牛马诸皮须此治熟，故今俗有盐消、皮消之称。煎炼入盆，凝结在下，粗朴者为朴消，在上有芒者为芒消，有牙者为马牙消。《神农本（草）经》止有朴消、消石。《名医别录》复出芒消。宋《嘉祐本草》又出马牙消。盖不知消石即是火消，朴消即是芒消、马牙消，一物有精粗之异尔。诸说不识此，遂致纷纭也。今并芒消、牙消于一云。

李时珍在此处将配制火药的火消即硝石，区分得清清楚楚，又认定朴消、芒消、马牙消本是一物，只有精粗之别，而无本质之异。又说：

> 消有三品，生西蜀者俗呼川消，最胜。生河东者，俗呼盐消，次之。生河北、青、齐者，俗呼土消（即盐碱地所产），皆生于斥卤之地，彼人刮扫煎汁，经宿结成，状如末盐，犹有纱土猥杂，其色黄白（应作赤），故《别录》云："朴消黄者伤人，赤者杀人。"须再以水煎化，澄去滓脚，入萝卜数枚同煮熟。去萝卜，倾入盆中，经宿则结成白消，如冰如蜡，故俗呼为盆消。齐、卫之消则底多，而上面生细芒如锋，《别录》所谓芒消者是也。川、晋之消底少，而上面生牙如圭角，作六棱，纵横玲珑，洞彻可爱，《嘉祐本草》所谓马牙消者是也，状如白石英，又名英消。二消之底则通名朴消也。取芒消、英消，再三以萝卜煎炼去咸味，即为甜消。以二消置之风日中吹去水气，则轻如白粉，即为风化消。以朴消、芒消、英消同甘草煎过，鼎罐升锻，则为玄明粉。陶弘景及唐宋诸人皆不知诸消是一物，但有精粗之异，因名迷实，谬猜乱度，殊无指归。

李时珍在此处对朴消的种类、产地、提炼方法，作了极为透彻的剖析，进一步指出明以前对朴消、芒消、英消、马牙消等消类药料，"因名迷实"的错误，并再次认定它们是同一药料而仅有"精粗之异"，澄清了延续上千年的"谬猜乱度"，实为一大贡献。

> 消石，丹炉家用制五金八石①，银工家用化金银，兵家用作烽燧火药，得火即焰起，故有诸名。
>
> 消石，即火消也，亦有二种：煎炼结出细芒者，亦名芒消；结出马牙者，亦名牙消，又名生消。其凝底成块者，通为消石（又名苦消、焰消、地霜）。
>
> 朴消属水，味咸而气寒，其性下走，不能上升，阴中之阴也……消石属火，味辛带苦，微咸而气大温，其性上升，水中之火也，故能破积散坚……与硫黄同用，则配类二气，均调阴阳，有升降水火之功……今兵家造烽火、铳机等物，用消石者直入云汉，其性升可知矣②。

李时珍在对消石、朴消作出辨证之时，又首次指出火消在点火后能升射的特性，以及火消是兵家造烽火、铳机的重要原料。这在本草学家中是独一无二的。

---

① 五金八石：五金，指金、银、铜、铁、锡；八石，中国古代方士和后来的道教徒烧炼外丹所常用的八种矿药物，有几种不同的内涵，其中一种是指硃砂、雄黄、云母、空青、硫黄、戎盐、硝石、雌黄。

② 以上五处引文，出自李时珍《本草纲目》卷十一《石五·朴消》、《石五·消石》中，《四部精要》13、第585、587、588页。



3．李时珍对硫黄的研究

李时珍在《本草纲目》卷十一中，对配制火药所用的原料硫黄（又名石硫黄、黄硇砂、黄牙、阳侯、将军）中说：

硫黄禀纯阳火石之精气而结成，性质通硫，色赋中黄，故名硫黄，含其猛毒，为七十二石之将。

又说：今人用配消石，作烽燧、烟火。为军中要物①。

李时珍是本草学家中阐述用硫黄同消石配制军中要物“烽燧、烟火”的第一人。

4．李时珍对杉木的研究

杉木是焙制木炭，配制火药的物料，李时珍在《本草纲目》卷三四《木之一·杉》中称：

杉木（又有煔木、沙木、檠木等名）叶硬，微扁如刺，结实如枫实，江南人以惊蛰前后取枝插种……其木有赤白二种，赤杉实而多油，白杉虚而干燥，有斑枝如雉者，谓之野鸡斑，作棺尤贵，其灰最发火药②。

李时珍所说的“（杉木）灰最发火药”，是因为杉木结构细致，经火耐热，所以被火药学家用来配制毒火药方、逆风火药方、三合一火药方。可见杉木是用来配制火攻火药的一种重要原料。

5．李时珍对樟脑的研究

樟脑，又名潮脑或韶脑，化学分子式为 $C_{10}H_{16}O$，是一种双环萜酮。由樟树的树叶、树干蒸馏产物中分离制得。产于我国台湾、浙江、福建、江西等地。也可由松节油合成。无色晶体，熔点179.8 ℃，有特殊香气，味辛凉，易溶于有机溶剂。自然界中有右旋、左旋和消旋樟脑存在。樟脑在现代可用于无烟火药。

对于樟脑能配制火药的特性，李时珍在《本草纲目》卷三四《木之一·樟脑》中也有论述：

樟脑纯阳，与焰硝同性。水中生火，其焰益炽。今丹炉及烟火家多用之③。

古代制樟脑的方法是取樟木新枝切成片，用井水浸泡三日三夜，而后入锅煎煮，用柳木频搅，待汁减半，柳上有白霜，即滤去滓，将汁倒入瓦盆，冷却一宿，便凝结成块，再捣成粉，可配制火药。明代后期含樟脑成分的火药配方有火线火药方、药饼方、药弹方、埋伏走线方、神烟火药方等。

《本草纲目》不但记载了李时珍对某些配制火药用料的理论研究，而且他在书中所收录的许多本草药料被兵家所引用，并为火药研制者提供了用料的理论依据。

三、兵家对本草药料的引用

明代后期火药研制者配制火药所用各种有关的本草药料，在《本草纲目》所

---

① 《本草纲目》卷十一《石五·石硫黄》，《四部精要》13，第590页。

② 《本草纲目》卷三四《木一·杉》，《四部精要》13，第872页。文中的煔（shān），通杉；檠（qíng），辅正弓弩的器具，此处指杉木。

③ 《本草纲目》卷三四《木之一·樟脑》，《四部精要》13，第883页。



列的16个部类中①，大多能检索到有关它们的产地、品类、药性、主治及功效的记载。火药研制者或直接按其结论作出使用的决定，或者沿着书中所提供的线索进行探本寻源，作出自己新的创造性的贡献，配制成适用于各种样式作战的需要，以及不同军事用途的火药配方。若把前述各种兵书所列火药配方中的药料归纳起来大致可分为如下几类②。

1. 矿物（即金石）类

铜青、铅丹（或黄丹、丹粉）、铅粉（或铅华、粉锡、定粉）、玛瑙（或马脑）、硃砂（或辰砂）、水银（或汞）、雄黄（或石黄、熏黄）、雌黄、不灰木（或不木灰、无灰木，即石棉）、石炭（或煤炭、乌金石）、石灰（或矿灰）、阳起石（或羊起石）、砒石（或信石）、硝石（或消石）、硇砂（或透骨将军）、硫黄（或石硫黄）、蛇金石、胆矾等18种。

2. 植物类

艾纳（或艾纳香，又似《武备志》所记的艾肭）、箬、芦（或苇草）、青黛草（或靛花）、商陆草（或马尾草）、狼毒草、大蓼草（或马蓼草、墨记草）、狼尾草、大戟草（或下马仙）、甘遂草（或鬼丑）、常山（或黄常山、鸡骨常山）、藜芦草（或黑藜草）、乌头（或附子）、南星草（或天南星、虎掌草）、半夏草、鬼臼草（或天臼）、凤仙草、曼陀罗花（或山茄子）、闹羊花（或羊踯躅、羊不食草）、芫花、断肠草（又名钩吻、胡蔓藤）、菖蒲、藤黄（或海藤）、虎耳草（或石荷叶）、苍耳草、大蒜、生姜、银杏、瓢（或壶芦、瓠瓜）、茄、杉、樟脑、干漆、松香、油桐（或罂子桐、虎子桐）、柳（或杨柳）、胡麻、榆（又名零榆、枌）、桦木、巴豆（或刚子）等40种。

3. 动物类

蜂房（或蜂窝、蜂巢）、斑猫（或斑蝥、斑毛）、蜘蛛、蝦蟆、蜈蚣、蛊虫、虺（或蚖）、蝮蛇、蝰蛇（或班蝰蛇）、河豚（或鯯鳡）、江豚（或江猪）、狼粪等12种。

明代后期涉及火药配方的兵书所引用的本草药料，或因其有毒，或因其辛苦，或因其能助燃，或因其有色彩。除上述70种在《本草纲目》中有记载外，还有不少品种。其中含毒的有银锈、天雄、马莲草、牙皂、巴油、血肉草、竹黄、烂骨草、透肠草、钻心草、钻骨草、蛇蟠不食草、蛇埋草、蠼螋虫、壁蟛等。含辛或苦味的有：川辛、胡辛、韭子、鬼箭草（又名卫矛）、紫花地丁、良姜、干姜、军姜、胡姜等。助燃的有：大皂、大金藤、半天藤、罗罗藤、罗蔓藤、雷公藤。带色彩的有：铁脚砒（黑）、桃花砒（红）等，共32种。此外，还有不少。当时的火药学家正是利用这些本草药料的不同特性，配制成适用于各种作战样式需要的火药。

---

① 《本草纲目》所收录的1 892种药料，分水、火、土、金石、草、谷、菜、果、木、服器、虫、鳞、介、禽、兽、人等16个部，其下分60个目。因中医所用药料以中草药为本，故中医药又称本草药，中药学又称本草学。

② 以下所列各种药料，均按《本草纲目》卷次排列，可参见该书第8～52页，或《四部精要》13，第542～1081页。



四、因性致用的火药配制理论

明代后期的火药研制者在配制火药时，一方面依据各种本草药料的特性，另一方面又依据不同作战样式的需求，配制成各种不同用途的火药。他们在以硝、硫、炭3种原料为主的基础上，或以三者不同的组配比率，或用硫和炭的各种同种异性原料，或加上其他成分，配制成我国独具民族特色的多品种、多用途的火药配方。

1. 用不同组配比率组成的火药配方

据《武备志·制火器法》中记载：

> 黄（即硫黄，下同）居硝六分之一，灰（即炭粉，下同）居硝五分之一（以上折算的组配比率分别是73.2%、12.2%、14.6%），为下料，为行火药、火箭流星、地老鼠及药线用之；黄居硝三分之一或四分之一，灰居硝四分之一（以上折算的两种组配比率分别是：63.2%、21%、15.8%，66.6%、16.7%、16.7%），为上料，凡纸筒、纸毬、梨花竹筒、瓦罐敞口之物、火箭头上及铁砲欲炸者用之；黄居硝二分之一（按灰仍居硝四分之一，以上折算的组配比率分别是57%、28.5%、14.5%），水火毬、烟毬用之；黄居硝十分之一，灰同之（以上折算的组配比率分别是83.3%、8.35%、8.35%），为中料，凡铳炮及鸟铳用之。

以上述折算的组配比率看，第一种火药配方中硝的组配比率是73.2%，所以其制品可用作火箭流星及浸泡药线（即火绳）用。第二种与第三种火药配方中硝的组配比率相对下降，硫的组配比率相对提高，所以其制品大多用于纸制的喷筒、火毬、火药筒，以及铁火砲等燃烧与爆炸性火器使用。第四种火药配方中硝的组配比率已提高到83.3%，所以按此方配制成的火药成品，可以用作火炮（即铳炮）与鸟铳的发射火药。

2. 用同质异性药料配制成不同的火药

所谓同质异性药料有两大类：第一类是黄；第二类是炭。

第一类同质异性的药料硫，在何汝宾所著《兵录·火攻药性》中的记载是：

> 雄黄气高而火焰（即火旺的意思，"神火药方"中以雄黄为君，焦勖则说"雄黄急而焰高"），石黄气猛而火烈（"烈火药方"以石黄为君，焦勖则说"石黄燥，而迅烈"），砒黄气息而火毒（"毒火药方"以砒黄为君）。

雄黄即四硫化四砷 As_4S_4，又称鸡冠石，是一种矿石。汉魏医家吴普称其"生山元阳，故曰雄，是丹之雄，所以名雄黄"。雄黄生于低温热液矿脉内，常与雌黄即三硫化二砷 As_2S_3 共生，多为深红或橙红，熔点为307 ℃，沸点为565 ℃，燃烧时火焰旺盛。明代后期配制的"神火药"① 中以雄黄为君，即以雄黄为主要爆燃物。

石黄产于石门，故有其名，与雄黄同属而稍次，燃烧时火焰猛烈。明代后期配制的"烈火药"中，以石黄为君，即以石黄为主要爆燃物。

砒黄由雄黄焙烧而成，即砒石 As_2O_3（亦称信石），有红、白2种，升华后可

① 神火药：其配方中的成分在前节已有转录，此处不重列。以下所列各种火药，也同此。



得砒霜。何汝宾所说的砒黄就是砒霜。砒霜是剧毒物，放入火药中燃烧时，能产生令人中毒而窒息的火焰。所以何汝宾说“砒黄气息而火毒”。明代后期所配制等“毒火药”中以砒黄为君，即以砒黄为主要爆燃物。

上述情况表明，雄黄、石黄和砒黄都是硫化物类矿物所提炼出来的同质异性矿物，由于其特性各异，所以加入火药中燃烧后，产生的火焰亦各不相同。

第二类同质异性药料炭，在《兵录·火攻药料》中的记载是：

> 青杨为灰其性最锐，枯杉为灰其性尤缓，箬叶为灰其性尤燥。

在《武备志·制火器法》中的记载是：

> 杉灰为紧药，轻煤为慢药，柳枝灰、茄秸灰最轻而易引火，瓢灰、蜂窝灰则又轻矣。

上述两书记载的制炭材料有：柳、杉、箬、茄、瓢、蜂窝、轻煤等7种，用它们制成的炭粉配制火药，其燃烧效应各不相同。

三春杨柳，枝直条匀，养分最丰，是焙制炭粉、配制各种火药的最好材料，其火旺盛流畅。所以何汝宾说它火性最锐，茅元仪说它最易引火，焦勖说它火性最急。柳炭虽好，但北方较少，故常用稍次的茄秸灰代替。

杉木色白或淡黄，木纹平直，结构细致，经火耐燃，用以配制“毒火药”，可使毒性火焰久燃不灭，延长毒性火焰杀伤敌军的时间。这就是火药配制者所说“枯杉为灰其性尤缓”的奥秘。

箬叶为箬竹之叶，叶片长达45厘米、宽可逾10厘米，质薄叶大，枯萎后呈暗草黄色，其性干燥，制成炭粉后火性极旺，即火药学者所说的“箬叶为灰其性尤燥”之意，也是当时配制“烧营、烧粮、烧贼、烧马”等“烈火药”的依据。

瓢灰与蜂窝灰是最易着火的药料，将它们放入火药中，能产生极好的助燃作用。

轻煤的燃烧速度较慢，可以配制成慢燃烧火药。

3．用不同的药料配制成用途各异的火药

在硝硫炭中加入具有特殊性能的本草药料（当时的兵书称它们为“火攻从药”），可配制成用途各异的火药。《兵录·火攻药性》与《武备志·制火器法》中，列举了50多种。如：

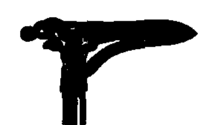
加入芦花、艾肭、松香、银杏叶、箬灰等易燃药料，可配制成偷营劫寨的“神火药”或“烈火药”。

加入川乌、草乌、南星草、半夏草、狼毒草、烂骨草等毒性较大的药料，可配制成燎人皮肉的“毒火药”。

加入蛇埋草、良姜草、商陆草、甘遂草等28种毒草，砒霜、斑猫等毒性矿物，蜈蚣、蝦蟆、蝰蛇、虺蛇、蝀蛇、蝎尾等毒虫，可配制成使人头昏目眩、血涌髓流、肠断心碎的剧毒性火药。

加入良姜、干姜、军姜、胡姜、川辛、胡辛等荤辛药料，以及有毒的白砒石，可配制成吐雾喷烟、迷人眼目、使人喷嚏连天的“法火药”。

加入铁子、磁锋、硇砂、银锈、虎药等有毒的药料，可配制成烂人皮肤、哑人声音的“烂火药”。



加入江豚骨、江豚油、狼粪等燃烧药料，可配制成在逆风中燃烧愈烈的“逆风火药”。

加入江子、常山草、半夏草、川黄等毒性药料，可配制成使人昏迷不醒的“喷火药”。

加入猛火油（今称石油）等燃烧剧烈的药料，可配制成得水愈炽、能燃烧湿物的水战用火药。

加入头发、铁汁、巴油等，可配制成焚烧敌军革车、皮帐的燃烧剂。

加入九尾鱼脂等，可配制成因风蔓延的燃烧剂。

加入狼粪、阳起石、石黄等，可配制成昼发烟、夜发光的报警焰火。

加入青黛粉（青色），可配制成青色报警烟焰。

加入铅粉（白色），可配制成白色报警烟焰。

加入黄丹（红色），可配制成红色报警烟焰。

加入紫粉（紫色）、麻汕，可配制成紫色报警烟焰。

加入木煤、生皂角（均为黑色），可配制成黑色报警烟焰。

《武备志·制火器法》中，在记载上述火药配方的同时，还用歌赋的形式，把古代火药的许多理论问题，作了生动的阐述和描绘，使之通俗易懂，便于运用。

第四节　中国古代火药理论的形成

我国自唐宪宗元和三年（808 年）发明初级火药，北宋初将初级火药制成火毬、火药箭等初级火器用于战争，元代和明初创制金属管形射击火器火铳的四五百年中，兵家的注意力始终集中在火器的不断创制与更新，以及火器在实战中的运用方面，对于有关火药制造与使用的诸多理论问题却涉及甚少，议论也寥寥无几。直到明代后期，火药研制者、兵书著述家以及统兵将领，在研究火药配方、配制火药、使用火器作战的过程中，开始重视总结火药研制和使用的实践经验，使之上升为理论的认识，至 17 世纪 40 年代，已经形成了我国古代火药理论的独特体系。由于我国古代火药脱胎于炼丹术，又被视为一种药剂，所以有关的理论也始终以中国医药配伍①的说法为依据，且又以炼丹术中的阴阳学说，作为阐发火药燃爆现象的理论基础。

一、用君臣佐使的关系比喻硝、硫、炭在火药配伍中的主次地位

怎样阐述硝、硫、炭在火药中的主次地位呢？火药研制者借助了“君臣佐使”学说。

1. 君臣佐使学说

“君臣佐使”是指中医师在为病人治病所开出的处方中的药料，有君药、臣药、佐药、使药之分。或者说中医处方通常由君药、臣药、佐药、使药四部分组

① 配伍：本为中医术语，指中医师在治病时，根据病情需要和药性特点，有选择地将两种或两种以上的药物配合在一起应用。



成。“君臣佐使”的提法最早见于《黄帝内经》①，在《秦问·至真要大论》中有：

主病之为君，佐君之谓臣，应臣之谓使。

历代医学家对其含义各有解释。《神农本草经》则说：

药有君臣佐使，以相宣摄合和。宜一君、二臣、三佐、五使；又可一君、三臣、九佐使也②。

陶弘景则说：

用药犹如立人之制，若多君少臣，多臣少佐，则气力不周也……大抵养命之药多君，养性之药多臣，疗病之药多佐③。

明代的李伯斋则说：

大抵药之治病，各有所主：主治者，君也；辅治者，臣也；与君药相反而相助者，佐也；引经及治病之药至病所者，使也。

按照这些说法，君药是处方中针对主证起主要治疗作用的药料，是不可或缺的，其药味较少，药量根据药力较其他药料相对要大。臣药协助君药，以增强治疗作用。佐药是协助君药治疗兼证或次要症状，或抑制君、臣药的毒性和峻烈性，或为其反佐。使药引方中诸药直达病证所在，或调和方中诸药作用。由于“君臣佐、使”系封建社会的政体名称，故现在多改称“主辅佐使”或“主辅佐引”。

2．火药研制者对“君臣佐使”说的借喻

明代后期的火药研制者与统兵将领，在配制火药时，也沿用中医学的“君臣佐使”学说，将配制火药用的硝、硫、炭等药料，分别称作君、臣、佐、使。最早沿用“君臣佐使”学说的是唐顺之，他在《武编》前集卷五《火·火药赋》对此阐述得比较全面：

虽则硝、硫之悍烈，亦藉飞灰而匹配，验火性之无我，寄诸缘而合会，硝则为君而硫则臣，本相须④以有为。硝性竖而硫性横，亦并行而不悖。惟灰为之佐使，实附尾于同类。善能革物，尤长陷阵。性炎上而不下，故畏软而欺硬。臣轻君重，药品斯匀。

又说：硝为君而硫作臣，炭灰佐使最通灵⑤。

何汝宾在《兵录》卷十一《火攻药性》中，亦有类似的说法：

火攻之药，硝、硫为之君，木灰为之臣，诸毒药为之佐，诸气药为之使。然必知药之宜，斯得火攻之妙。

《火药赋》的作者，借用中医、中药学的喻理方法，以高度概括的赋体语言，阐明了硝、硫、炭3种成分在火药中的地位。硝是配制火药的主要原料，是氧化剂，起主导地位，故而称其为君。硫黄性质活泼，也是配制火药的主要原料，是

---

① 《黄帝内经》共十八卷，162篇，由《秦问》与《灵枢》（各9卷）组成，最早见于刘向《七略》和班固《汉书·艺文志》。据专家们考证，这是一部托名黄帝的著作，撰者已难考稽。

② 《神农本草经》，人民卫生出版社，1963年版，校点本《神农本草经》，第129页。又见《四部精要》13，第439页。

③ 《本草纲目》卷一《序例上·注》，《四部精要》13，第439页

④ 相须：即功效相似的同类药物合用后，可起协同作用。

⑤ 《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第340页。又在同书第987页中，也记载了《武备志·制火器法》中收录的《火药赋》。两者所记载的内容和词句完全相同。



还原剂，居辅助地位，使火药具有爆炸作用，与硝相辅相成，故称其为臣。木炭粉是助燃物料，居辅助地位，当硝石在燃烧后迅速释放大量的氧气时，能使火药产生强烈的燃烧作用，故而称其为佐使。《火药赋》所论述的是只含硝、硫、炭3种物料配制成的火药本体，不包括其他物料，主要用于射击和爆炸性火器。

何汝宾所论述的是在火药本体中，加入各种不同性能的本草药料，配制成各种具有强烈燃烧和毒杀作用的火药，所以将硝、硫两种主要药料并列为君，将木炭称作臣，诸毒药（主要是各种毒性矿物、植物、动物、油料）称作佐，诸气药（主要是雄黄、石黄、砒黄）称作使。

两者的说法虽然稍有差异，但是在喻理方法上是基本相似的。这种喻理方法，在一定的程度上揭示了诸成分在火药中的内在联系，既阐述了它们在火药中各自所处的主次地位和作用的不同，又说明它们之间必须混合在一起，组配得当，相辅相成，才能在点火燃烧后得火攻之妙。因此，用这种比喻方法所阐述的道理已具有一定程度的科学性。

然而，两者的论述又各有其不足。《火药赋》只论述了火药本体，而没有能全面反映当时所用各种火药的全貌。同时又将木炭粉并称佐使，因而不够严密。若将木炭称作佐，而将其他各种附加的本草药料称作使，这样就能包容当时所使用的各种火药而无偏颇之嫌。

同样，《兵录·火攻药性》将硝、硫并列为君，便使人感到有主次不分之缺陷。将诸毒药称作佐、诸气药称作使，不免有画蛇添足之举，实际上两者都是借助火药才能发挥作用的本草药料，应同居使位。

因此，如果将两者的喻理方法，改成硝为君、硫为臣、木炭为佐、诸毒药和诸气药为使，既能不违背当时等级划分的机理，又符合本草药的特性，因而更能全面反映当时所用各种火药的全貌。

二、用文武二臣辅君之理比喻硝、硫、炭在火药配伍中的配比关系

《火药赋》采用把硝、硫、炭分别比作君主、文臣、武臣的方法，论述它们之间的配比关系及其所产生的后果，认为在正常情况下，它们是：

> 烈火之剂，一君二臣，灰、硫同在臣位，灰则武而硫则文，剽疾则武收殊绩，猛炸则文策奇勋，虽文武之二途，同输力于主君……若硝材真正，君明则宜……君贤明而治理，城郭完全。

唐顺之认为：如果原料的提炼和精选得当，火药配制得适宜，硝（君）与硫（文臣）、炭（武臣）组配得合理，那么，在火药点火后炭就可以发挥快速迅疾的助燃作用，硫就可以收到猛烈爆炸的效果。硫、炭虽然各有作用，但是它们都配合硝组成火药。如果硝也精良，那么所配制成的火药必然威力强大，攻则必克，守则城郭完固。文中又说：

> 硝匪（非）其材，主暗取讥……文恬武嬉，君不明而暴虐，文武纵横灭裂裳衣，且药不精专，虽多亦少。药能精制，以少为多。过与不及兮，失其调剂。用之适中兮，燮理平和。灰、硝少，文虽速而发火不猛；硝、黄缺，武纵燃而力慢。奈何弃武用文，势既偏而力弱，堪称白火之用。弃文用武，势虽济而力穷，乃在喷火之科。



唐顺之认为：如果3种原料提炼不纯，选取不佳，互相之间组配不当，就会产生种种弊端，并明确指出：硝材提炼不纯，则君主地位不明，火药不佳；制药粗劣，虽多亦少；制药精细，虽少犹多；配比不当，则失其调剂：若硝、碳含量过少而硫偏多，即君主和武臣偏弱而文臣势大，则火药虽能速爆，但发火不猛；若硝、硫含量过少而炭偏多，即君主和文臣偏弱而武臣势大，则火药虽能燃烧，但爆发力弱；若缺少硫和炭，即没有文武二臣的辅佐，则君将不君，而火药也就会因为不能燃烧和爆炸而不成其为火药了。茅元仪在《武备志》卷119中全文转载了《火药赋》。

三、论述了硝、硫、炭在火药中的特性和作用

何汝宾在《兵录·火攻药性》中，论述了硝、硫、炭在火药中的火攻特性和作用：

> 硝性主直（直发者以硝为主），硫性主横（横发者以硫为主），灰性主火（火各不同，有箬灰、柳灰、杉木灰、梓灰、葫灰之异）。性直者主远击，硝九而硫一；性横者主爆击，硝七而硫三。

文中所说的硝性主直，能直击的现象，是由于火药中硝的含量较多，在点火燃烧后能产生巨大的气体推力，将弹丸射至远方，命中目标，所以硝是火药能够直击即射远的关键。文中所说的硫性主横，能爆击的现象，是由于火药中硫的含量较多，在点火燃烧后能迅速炸裂迸爆，所以硫黄是火药能够爆击即爆炸的关键。文中所说的灰性主燃能喷发火焰的现象，是由于火药中的炭粉，在点火后能迅速燃烧和喷射火焰产生的，所以炭粉是火药能够燃烧和爆炸的因素。

四、用阴阳学说阐明火药的反应机理

宋应星在《天工开物·燔石·硫黄》中说：

> 凡火药，硫为纯阳，硝为纯阴，两情逼合，成声成变，此乾坤幻出神物也①。

又在《天工开物·佳兵·火药料》中说：

> 凡火药，以硝石、硫黄为主，草木灰（炭）为辅。硝性至阴，硫性至阳，阴阳两神物相遇于无隙无容之中。其出也，人物膺之，魂散惊而魄齑粉②。

宋应星此说，可以被认为是中国古代关于火药反应机理的最贴近近代化学原理的阐述。

五、关于空气湿度对火药组配比率影响的论述

由于硝具有吸湿和返潮的特点，所以硝在火药中的组配比率，要随着使用地区空气湿度的大小而作相应的降低或升高。赵士桢在《神器谱或问》中率先指出：地区有南北之分，气候有燥湿之别，配制火药时，要因地制宜，因空气湿度而调整硝、硫、炭在火药中的组配量。他以倭铳与噜密铳所用的火药为例，当两者的含硝量相当时，日本因地处海中，空气湿度大，所以每份火药中含炭6.8两、硫2.8两；噜密国地处西亚干燥之地，空气湿度小，所以每份火药中含炭6两、硫2

---

① 《四部精要》13，第1113页。

② 《四部精要》13，第1123页。



两；两者相比，倭铳所用火药中硝的组配比率较低，硫和炭的组配比率较高；噜密铳所用火药中硝的组配率高，硫和炭的组配比率低。所以赵士桢要求各地在配制火药时，要：

权度我中华九边、沿海之宜，再较晴明、阴雨、凉爽、郁蒸之候，备料制药，一如秦民之守秦法，是亦足称用兵得算①。

赵士桢在总结前人与当时人们配制火药经验的基础上，得出了空气湿度对火药组配比率影响的结论，为当时各地的火药配制者，提供了配制本地火药的重要理论依据，是对火药配制理论的重大贡献。

在《武编》前集、《神器谱》、《兵录》、《武备志》等有关火药内容的著作刊印200多年后，欧洲的火药化学研究者歇夫列里，在经过多次试验之后，于1825年提出了一个黑色火药的最佳化学反应方程式：

$$2KNO_3 + 3C + S \rightarrow K_2S\downarrow + N_2\uparrow + 3CO_2\uparrow$$

按照这个化学反应方程式，在理论上硝、硫、炭以74.84%、11.84%、13.32%的组配比率为最佳，即生成的氮（N_2）和二氧化碳（CO_2）的气体量最多，放出的热量最大，上升的温度最高，杀伤的威力最大。如果降低硝和提高碳的含量，虽然能使火药在燃烧后生成的CO_2增多，使气体的体积膨胀增大，但是放出的热量、温度和燃烧速度都要降低，从而削弱了火药的威力。若提高硝的含量，虽然会增强助燃力，但是却降低了火药的硬度，增加了吸湿性，使火药转潮而失去效用。若降低硝、炭而增加硫的比例，那么就会增加K_2S的沉淀物即渣滓，减少N_2和CO_2，火药的燃烧威力和速度就会随之降低和减缓。与《火药赋》所说的“灰、硝少，文虽速而发火不猛”的现象吻合。如果降低硝、硫而增加炭的比例，火药的威力也会因之而降低。与《火药赋》所说的“硝、黄缺，武纵燃而力慢”的现象相一致。由此可见，明代后期的火器研制家与统兵将领对硝、硫、碳含量的变化给火药威力的影响已积累了许多经验性的认识，他们虽然还没有用近代化学的方法加以阐述，但是他们经验性的认识已具有相当的科学性，在主要方面已贴近近代化学的大门了。

六、关于冲击波现象的描述与探索

明代后期的军事技术家与科学家，对大型铳炮爆炸后所形成的冲击波现象，也有进一步的探索，其代表人物是孙元化和宋应星。

孙元化在《西法神机·铳台图说》中，于论述炮手安全射击时，涉及了冲击波的问题。他指出，在铳台（即炮台）上发射大型火炮之所以出现强烈震动的原因，是由“铳气”造成的。当炮手发射大型火炮时，便产生了火药燃气，即孙元化所说的“铳气”：

铳气出口，空气相激，气之动也最捷，故山谷皆答，其近而裂者，则能排墙，能撼石②。

---

① 《神器谱》卷五《或问》，日本古典研究会，1974年版，《和刻本明清资料集·神器谱》卷五，第18页。又见《玄览堂丛书》本，第18之294～295页。

② 《西法神机》卷上《铳台图说》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1249页。



孙元化的上述解释，虽然还没有直接指出大型火炮射击后产生的强烈震动是由冲击波造成的，但是他已经指出这是火药在炮膛内燃烧后产生的铳气（即高温高压气体）造成的。这种铳气冲出炮膛后，突然急速压缩炮口外的空气，使其压力和密度瞬时升高，形成压缩力，产生高速运动，故能山谷皆答（即回声），排墙撼石。这种解释已触及冲击波本质之边缘了。

现代科学所说的冲击波，是由于物体的高速运动或火药爆炸后，在介质（如空气、水、土等）中引起强烈压缩，并以超声速传播的过程。在冲击波的波阵面出现高温和高压。这种冲击波在火药爆炸后都能产生，但只有当火药量足够多，爆炸足够强烈的时候，才能产生强烈的冲击波，其势如飓风疾卷，所卷之处，能击杀有生力量（人或其他动物）、摧毁物体。我国古代提到冲击波现象的书，并非自《西法神机》始，早在宋元之际周密所撰的《癸辛杂识·炮祸》中所提到的“炮风”，就是一例。不过该文只是提到而已，并未对“炮风”所产生的摧毁力作任何解释。此后，在《筹海图编·铜发贡》中介绍铜发贡的威力时，也提到“其风能煽杀乎人”之事，文中所说的“炮风”，也就是大型火炮爆炸后所产生的冲击波。不过该文也只是提到为止，没有对“炮风”作任何解释。孙元化的可贵之处在于他对冲击波现象作了初步解释，这在中国军事技术史上还属首创。

大致在与孙元化著书阐述“铳气”现象的同一时期，科学家宋应星在《论气》中，不但对火药爆炸后所产生的“惊声”（即冲击波）现象，有比较深入细致的观察描述，而且还对“惊声”现象的产生作了一定程度的探讨。他在书中首先设问道：“惊声或至于杀人者，何也?”而后他回答说：

> 惊声之甚者，必如炸炮飞火（即由大型火炮发射的爆炸弹产生强烈的火药燃气），其时虚空静气受冲而开，逢窍则入，逼近耳根之气（以高速）骤入于（人体）内，覆胆隳肝，故绝命不少待也。

在回答的内容中，他实际上已对“惊声”产生的原因作了初步的探索。他认为“惊声”是炮弹爆炸后，周围的虚静空气受（高温高压气体的）冲（击）”而产生的，它以高速前进，“逢窍而入”，经耳根传入人体，能“覆胆隳肝”，立即致人死命。他的解释虽然也与孙元化一样，还没有能直接提出冲击波的理论，但他们的解释却十分接近，颇有异曲同工之妙。

宋应星是明末科学家，字长庚，江西奉新人，明万历十五年（1587 年）生，做过几任地方小官，崇祯十七年（1644 年），清军入关后，弃官回乡，死于清顺治年间，有《天工开物》、《野议》、《论气》、《谈天》、《思怜诗》等著作传世。《天工开物·佳兵篇》对军事技术有较为深入的研究。《论气·气声八》中，对冲击波现象作了深入细微的描述和初步的解释。

明代后期是我国古代火药发展的鼎盛时期，其间不但传统的火药学理论体系已经形成，而且还及时吸收了西方发射火药的配制技术，创造出异彩纷呈用途众多的火药配方，把古代火药理论与火药配制技术，推进到了新的发展阶段。这些辉煌成就的取得，是当时军事技术家、火药学家、统兵将领、本草学家、科学家共同努力的结果。他们虽然受时代条件和科学技术发展水平的限制，还无法彻底摆脱中国古代阴阳五行和君臣伦理学说的束缚，因而对某些问题的解释和论述，



不免有牵强附会之处。但是他们对火药诸成分的定性与定量分析，对火药的发射、爆炸、燃烧等基本性质认识的主要方面，已经敲扣近代火药化学的大门，而对冲击波现象的描述和探索，则已步于当时世界的前列。



第四章
火铳的改进

火铳自元代前期创制后，经过明初洪武至永乐年间的两个发展高潮，又有许多改进和创新，直到嘉靖年间佛郎机和鸟铳传入为止的250多年中，始终是明军装备的主要火器。

第一节　洪武时期的铳炮

火铳是朱元璋进行起义和统一战争的利器，明王朝建立后又得到了迅速的发展，其制品有手铳、碗口铳和大铁炮，以铜制为多，铁制较少。有关史籍虽然提到了手把铜铳、手把铁铳、神铳、无敌手铳、单眼铳、碗口炮等名称，但是几乎没有提到它们的形制构造。近几十年来，考古和文物部门，发掘和搜集到不少出土和传世的洪武铳炮的实物，弥补了文献记载的缺陷，成为人们了解和研究洪武铳炮的珍贵资料。

一、现存洪武型铳炮的概况

在各地考古发掘和博物馆收藏的洪武铳炮的实物中，以有铭可考的铜手铳（照片2-2）与碗口铳为多，铁火炮为少。

1. 有铭铜手铳

迄今为止，笔者所见各地出土或收藏的这类铜手铳共有28件：内蒙古地区赤峰市大明镇4支、托克托县城4支、托克托县黑城乡3支，共11支；河北地区的赤城2支，内有建文二年八月吉日造的1支；山东地区的德州1支、梁山县宋金河3支，共4支；江苏地区的南京1支、句容1支，共2支；故宫与旅顺博物馆各收藏1支，共2支；日本有马成甫先生在《火炮的起源及其流传》中，记载了7支①。从28支手铳的铭文可知，它们分别由宝源局、凤阳府（又作凤阳行府）和各卫所的军器局，制于洪武五年至十二年（1372—1379年），由骁骑左右卫、礁山偏镇、神策卫、南昌左卫、威武卫、杭州护卫、水军左卫、江阴卫、虎贲卫、渡卫、金陵卫、袁州卫、凤阳长淮卫和淮远卫等驻军使用。由此可见，手铳的出土地域与使用单位分布较广②。

2. 有铭碗口铳

这类铜碗口铳的资料共有9件，反映了9门铜碗口铳的出土与收藏情况。其中内蒙古赤峰市大明镇2门；河北宽城1门；山东蓬莱2门、冠县1门，共3门；贵州赫章1门；历史博物馆与军事博物馆各1门③。它们分别由宝源局、凤阳府、永

① 各手铳的出土、性能，发表及收藏者等情况详见本编参考文献［3］，第137页。
② 各手铳的出土、性能，发表及收藏者等情况详见本编参考文献［4］，第76～82页。
③ 见本编参考文献［4］，第82～83页。



平府与横海卫、永宁卫等军器局，制于洪武五年至十八年（1372—1385年），由神策、永宁、莱州、横海、水军左卫与永平府等地驻军使用。

3. 有铭铁炮

洪武时期的有铭铁炮，只有山西省博物馆收藏了3门遗留铁炮，由平阳卫制于洪武十年，供当地驻军使用①。

4. 无铭铜铳和铁铳、铁炮

各地考古部门在发掘出有铭洪武铳炮的同时，往往伴随出土一些没有铭文的铜铁铳与铜铁炮。它们在形制构造上，或与洪武铳炮相似，或与洪武铳炮不同。其中有铜手铳181支，铜碗口铳7门，铜炮6门，铁碗口铳1门，铁手铳27支，数量比有铭铳炮多得多。这些铳炮各自情况不同，只能做一些概括的判断。有的虽与洪武铳炮相似，但很可能是当时制造过程中产生的废品。有的可能是后来残损而失去铭文的制品。有的可能是铭文锈蚀不可辨认的制品。有的在形制构造上较洪武铳炮粗陋而属于元末的制品，也有的在形制构造上较洪武铳炮先进，甚至类似于明中期以后的神机炮。这些没有铭文的铜铁铳炮，有助于对洪武型铜铁铳炮的探索。

二、洪武型铳炮的构造

已经搜集到的资料表明，数十件洪武型铜铁铳炮都用模铸法铸成，就构造特点与作战用途而言，可分为单兵手铳、中型碗口铳，以及用于城防、沿海各要塞的大型铳炮等三大类。它们在构造上既有相似之处，又有明显的区别。

1. 手铳的构造

从传世和出土的28件洪武铜手铳中可知，它们的构造比较规范统一，都由前膛（从铳口至药室前，类似于现代步枪的前膛）、药室和尾銎三部分构成。前膛较长，一般约为全长的2/3左右，火药从铳口装入药室，弹丸装在铳膛内，经过压实后待发。前膛后接药室，药室呈灯笼罩式隆起，内装火药，药室壁较前膛壁略厚，壁上开有火门，供火捻从中通出。药室后接尾銎，尾銎中空，呈喇叭形，可安木柄，便于发射者操持。一般手铳在铳口、前膛后部、药室前、药室后和尾端等处，各有一道横箍，全铳大约有二至五道箍不等，借以强固铳身。除少数特殊者外，洪武手铳一般长420~445毫米，口径20~23毫米，重2.5~4.4千克，铳身的外壁都镌有若干字的铭文。试以一支铜手铳为例，说明其构造状况。此铳全长437毫米，口径23毫米，重1 850克，铳膛外表镌有："渡竞卫教师祭启　军人　应口受　铳筒重三斤十三两　洪武十年　月　日造"（图2-4-1）②。

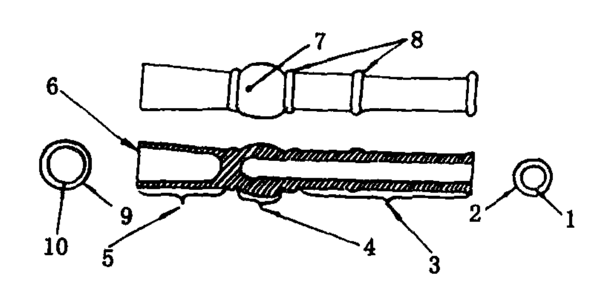
2. 碗口铳的构造

碗口铳是一种形体显得粗短的中型火铳，因铳口部分形似大碗而得名，与元代盏口铳的构造和用途大致相似。铳身由大碗形口部、前膛、药室和尾銎四部分构成。碗形口部主要是安置较大的石制或铁制球形弹丸，火药从铳口装入药室。

① 见本编参考文献［4］，第83页。

② 见本编参考文献［4］，第79页"洪十七"。铭文中的繁体汉字，均以简化汉字代替，以下引文均同此例。

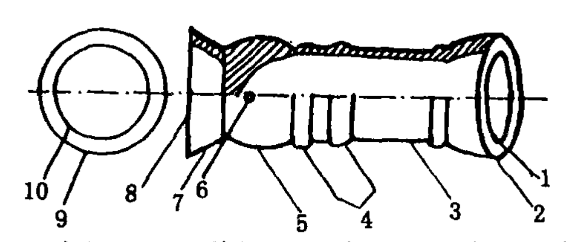




1. 口内径 2. 口外径 3. 前膛 4. 药室 5. 尾銎
6. 尾腔 7. 火门 8. 箍 9. 尾端外径 10. 尾端内径

图2-4-1 洪武铜手铳的构造

药室呈灯笼罩式隆起，壁上开有一个火门。尾部较宽大，便于安在战船和城关要隘的固定架上。铳身自前至后，也有几道加强铳身的箍。碗口铳的出土实物相对于手铳而言要少得多。除蓬莱县出土的两门火炮筒外，其他的7门碗口铳，全长315~520毫米，口径100~109毫米，重8.35~26.5千克。碗口铳的铭文也刻在铳身的外表上（图2-4-2）。



1. 口内径 2. 口外径 3. 前膛 4. 箍 5. 药室
6. 火门 7. 尾銎 8. 尾腔 9. 尾端外径 10. 尾端内径

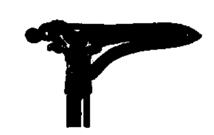
图2-4-2 洪武碗口铳的构造

1988年4月1日，山东省蓬莱县马格庄乡营子里村，出土了一对大型碗口铳，其形体虽大，但具有碗口铳的完备构造（照片7）。它们的构造数据和铭文大同小异。其中一门全长610毫米，口径260毫米，重73千克，铳膛外表刻有："莱州卫莱字七号大炮筒 重壹佰贰拾斤 洪武八年二月日宝源局造。"另一门全长630毫米，口径260毫米，重73.5千克，铳膛外表刻有：

> 莱州卫莱字二十九号大炮筒 重一百二十一斤 洪武八年二月日宝源局造[5]。

这是已经出土的洪武铳中唯一的一对碗口型大铜炮。

莱州卫建置于洪武二年（1369年），濒临莱州湾，东邻登州卫，是明初沿海的备倭要地。其时，明廷为了打击来犯的倭寇，采取了守备与剿捕兼施的方针，增加沿海卫所，添造海上战船，加强沿海防御的能力，使沿海构成"陆具步兵，水具战舰"的水陆结合的防御体系。这两门大炮筒就是在这样的时代背景下，由宝源局为莱州卫所造。筒身刻字表明，我国至迟在洪武八年，已经用大型铳炮守卫沿海要塞了。这对大炮筒编号的差数是22，若编号是按莱州卫实有大炮筒数排列的，则该卫装备的大炮筒就不会少于23门。若沿海其他要塞也照此办理，大炮筒装备的总数便极为可观。此事在有关明代的史籍中没有任何记载，这对大炮筒的发现，对研究明初的火铳制造与海防情况，具有特殊重要的意义。



3. 大铁炮的构造

山西省博物馆收藏的3门洪武十年大铁炮，出土于明初山西平阳卫城遗址，形制构造相同，炮身自前至后有四五道箍，管壁较厚，两侧后部各横出2根提柄，便于提运，尾部封闭如半球面。其中有一门炮身长1 000毫米，口径210毫米，尾长100毫米，提柄各长160毫米。炮身外表刻有“大明洪武十年丁巳口季吉日平阳卫铸造”等字（照片8）[6]，此炮不但在构造上与其他铳炮不同，而且铭文也别具一格，只有制造年月和单位，并在纪年前冠以“大明”二字，突出了地方制造的特点。与大多数铜铸铳炮不同，该炮系用当地精铁铸成，这是因为平阳卫（治在今山西临汾）所在地盛产精铁。据史书记载，至洪武七年（1374年），平阳府有富国、丰国两个冶铁所，占全国13个冶铁所的15.4%，为铸造大型铁炮提供了充裕的钢铁原料。洪武铁炮虽然只发现了3门，但是从当地原料之丰富和造炮能力之强来看，实不止此数。因此，对此类铁炮的研究，尚不能就此止步。

三、洪武型铳炮的改进

同元代火铳相比，洪武铳炮有不少改进。首先，从总体上说，洪武手铳与碗口铳的制造工艺精细，成品的表面和膛壁光滑，铳壁厚度均匀，外形匀称，有的至今保存完好。其次，洪武手铳的规格统一，尺寸误差较小。在28件手铳中，除个别外，大多数手铳的长度在400~440毫米之间，口径在20~22毫米之间，两者的起落在10%左右，这在当时的社会条件下，可以说是所差甚微了。再次，同元火铳相比，洪武铳的横箍有所增加，进一步强固了铳身。洪武铳各部分的尺寸，虽然尚无精确的数量比，但是已经日趋科学合理，适应发射的需要，如前膛大致占铳身全长的2/3，便于充分利用火药在药室内燃烧后所产生的能量，增大弹丸的发射力。最后，大型铳炮的问世，表明当时的造铳能力和技术设备、水平等方面，都已有很大的提高。

四、洪武型铳炮铭文的意义

镌刻于铳炮表面的铭文，实际上是一部铳炮制造与使用的不成册的书籍，是《明会典》和《明史·兵志》等典籍有关内容的具体化和遗阙的补充。

1. 从铭文看火铳的制造与使用

有些火铳的铭文，比较全面地反映了火铳制造与使用的基本情况。如下面两条铭文即是。

河北省赤城地区出土的一支手铳的铭文为：

骁骑左卫胜字肆佰壹号长铳筒　重贰斤拾贰两　洪武五年十二月吉日宝源局造①

南京东华门左墙出土的一支手铳的铭文为：

礁山偏镇壹百三十号长铳筒　重贰斤拾贰两　洪武五年十二月吉日宝源局造②

这两支手铳铭文的内容比较规范和统一，基本上包括了使用单位、手铳编号、

① 见本编参考文献［4］，第73页“洪二”、“洪三”。

② 见本编参考文献［4］，第73页“洪二”、“洪三”。



手铳类型、铳身重量、制造年月和制造单位。反映了造铳单位宝源局于同年同月所制统一规格的手铳，专门调拨给距应天（今南京）较近的驻军单位使用以保卫京城的安全的情况。

2. 从铭文看火铳的制造与调拨

有些火铳的铭文，只有造铳单位而无用铳单位，反映了火铳统一制造和调给边远地区驻军使用的情况。内蒙古赤峰市和托克托县出土的4支手铳上的铭文，充分说明了这一点。

赤峰市出土的一支手铳铭文是：

凤阳行府监造官镇抚孙英　教匠王受三　军匠曹成　三斤十两　洪武十年　月　日造①

托克托县黑城出土的三支手铳的铭文是：

凤阳行府监造官镇抚孙英　教匠谢阿佛　军匠华孝顺　重三斤半　洪武十年　月　日造②

袁州卫军器局提调镇抚何祥　民匠徐成远　习学军匠施置□　洪武十二年　月　日造③

袁州卫军器局提调所镇抚何祥　民匠徐成远　习学军匠王□　洪武十二年　月　日造④

这4支手铳分别是两对姐妹铳，各由同一的监造镇抚乃至工匠，分别于洪武十年、洪武十二年，在凤阳行府和袁州卫军器局制成，调拨给内蒙古驻军使用。铭文的内容有造铳单位、监造镇抚、造铳军匠和民匠的姓名、手铳重量、造铳年月等，与前者稍有不同。袁州卫军器局在洪武十二年（1379年）制造手铳的铭文表明，当时有的卫所，在洪武十三年朝廷设立军器局之前，已经设局制造手铳。明廷在洪武二十年下令全国都司卫所设立军器局时，曾指示让一些“军士不堪征差者，习弓箭穿甲等匠，免致劳民”⑤，以减少地方制造军器的负担，并使体力欠壮的军士学习手艺，得到妥善安置和充分发挥他们的作用。这一举措在袁州卫已先行了一步。

另一类火铳的铭文，只有使用单位及其使用情况，而无制造单位及其制造情况。山东梁山县和内蒙古托克托县出土的2支手铳的铭文，充分说明了这一点。

梁山县出土手铳的铭文是：

杭州护卫　教师吴住孙　习举军人王宜保　铳筒重三斤七两　洪武十年　月　日造（文中的“举”应为“学”，“宜”应为“官”）⑥

托克托县出土手铳的铭文是：

杭州护　教师吴住孙　习学军口朝□铳筒重叁斤四两　洪武十年　月

---

① 见本编参考文献［7］，第154页“洪十”、“洪八”，第155页“洪二十四”、“洪二十五”。

② 见本编参考文献［7］，第154页“洪十”、“洪八”，第155页“洪二十四”、“洪二十五”。

③ 见本编参考文献［7］，第154页“洪十”、“洪八”，第155页“洪二十四”、“洪二十五”。

④ 见本编参考文献［7］，第154页“洪十”、“洪八”，第155页“洪二十四”、“洪二十五”。

⑤ 《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装一·军器》，《明会典》，第972页。

⑥ 见本编参考文献［7］，第155页“洪十四”、“洪十五”。



日造（文中的“护”后应有“卫”，“住”应为“住”）①

这2支手铳铭文的内容有使用手铳的卫所，使用教师和习学军人的姓名，手铳重量，造铳年月等，与只刻造铳情况的铭文不同。其原因何在？查杭州护卫在《明史·兵二·卫所》所列全国都司卫所名单中不见记载。据《明史·诸王一·周定王棣》称：“周定王棣，太祖第五子。洪武三年封吴王。七年，有司请置护卫于杭州。”原来杭州护卫是执行护卫吴王府的特殊部队，没有造铳的任务，其部所用手铳均系工部调拨。在京执行特殊任务的虎贲卫、虎贲左卫等所使用的手铳，其上所刻铭文的内容也与此相同。

3. 从铭文看火铳装备的军种

有些火铳的铭文，直接标示出装备的军种。

军事博物馆所藏碗口铳的铭文是：

水军左卫进字四十二号大碗口筒　重二十六斤　洪武五年十二月吉日宝源局造②

山东冠县出土碗口铳的铭文是：

横海卫　教师祝官孙　习学军人王官保　铳筒重十五斤　洪武十一年　月　日造　（后座刻有）海（字）③

水军左卫隶左军都督府，横海卫隶后军都督府，两者都是驻守应天（今南京）的水军卫，建于洪武三年（1370年）。是年七月，明廷“置水军等二十四卫，每卫船五十艘，军士三百五十人缮理”④。碗口铳是装备水军战船的轰击性火器。如果说朱元璋所部在元至正二十三年（1363年），同陈友谅水军在鄱阳进行决战时，已经使用了最初的“舰炮”，那么这两门碗口铳便是这种“舰炮”的改进和提高。

4. 从铭文看火铳的制造与战事之关系

贵州赫章出土一门轻型碗口铳的铭文是：

永宁局卫　提调镇抚赵旺　监督总镇夏两隆　作头张孝先　铜匠钱四儿成造　碗口筒一十四斤四两重　洪武十一年　月　日造⑤

永宁卫（治在今四川叙永）制造的碗口铳出土于赫章，似与明军进军云南有关。赫章属乌撒（治在今贵州威宁），由永宁卫屯守，是永宁至乌撒的必经之路。明廷在永宁卫制造碗口铳，除改善该卫驻军的装备外，主要是为进军云南贮存火器。洪武十四年九月，明将傅友德等率军30 000人，经过赫章进攻乌撒，而后又进攻云南。此铳似为当年明军之遗物。

河北宽城县出土一门碗口铳的铭文是：

永平府　洪武十八年三月八日铸□□□　铜铳重六十斤　匠　造　官□□□□铸匠□保子⑥

---

① 见本编参考文献［7］，第155页“洪十四”、“洪十五”。

② 见本编参考文献［7］，第152页“洪五”，第156页“洪三十一”。

③ 见本编参考文献［7］，第152页“洪五”，第156页“洪三十一”。

④ 《明太祖实录》卷五四，洪武三年七月壬辰，《明实录》二，第1061页。

⑤ 见本编参考文献［7］，第156页“洪三十二”。

⑥ 见本编参考文献［7］，第156页“洪三十三”。



这门碗口铳系永平府（今河北卢龙）所造，不久即调运至距其偏正北两百余里的宽河，加强城防。据《明史·冯胜传》记载，明廷为了平定辽东元残余纳哈出势力，命宋国公冯胜为征虏大将军，于洪武二十年三月，率部出松亭关，修筑大宁、宽河、会州、富峪四城。之后，冯胜率师北上，迫降纳哈出，完成统一大业。

五、明前期军事变革的兴起

洪武型铳炮的改进，对军事领域的各个方面产生了重要的影响，并由此兴起了明代前期的军事变革。

1. 军队按编制比例装备火铳

洪武铳炮的进步，为明初军队编制装备结构的变革创造了条件。洪武十三年（1380 年）正月，明廷规定卫所驻军，“凡军一百户，铳十，刀牌二十，弓箭三十，枪四十”①。据《明史·兵二·卫所》记载，洪武二十六年（1393 年），全国有都司 17、留守司 1、内外卫 329、守御千户所 65，总计兵力达 180 万人（按每卫编 5 600 人），装备火铳的数量不少于 180 000 支。如按《明太祖实录》记载，洪武二十五年底，明军实有人数为 1 215 000 人，那么装备火铳的数量也在 121 500 支以上。水军各卫士兵及战船装备的铳炮数，虽未见明确记载，但其装备数量当超过海运船。按洪武二十六年规定，每艘海运船装备黑漆二意角弓 20 张、弦 40 条、黑漆铍子箭 2 000 支、手铳 16 支、碗口铳 4 门、箭 200 支、火枪 20 条、火攻箭 20 支、火叉 20 把、蒺藜炮 10 个、铳马子 1 000 个、神机箭 2 000 支、摆锡铁甲 20 副②。火器按军队编制总数的一定比例装备，或定额装备水军战船和海运船，这在我国军事史上还是第一次。14 世纪末，当欧洲刚刚掌握从中国西传的火药与火器制造技术，开始制造手持枪的时候，统一的明王朝不但对火铳作了大幅度的改进，而且制成了数以十万计的火铳装备明军。这只有具有强大综合国力的国家才能做得到。

2. 用火铳改善国防设施

洪武铳炮的大量增加，为国防设施的改善创造了条件。洪武二十年五月，明廷命西平侯沐英赴云南，加强城堡营栅的防御设施，以巩固当地的安全。沐英受命后，便下令云南驻军：

> 昼夜缉垒金齿、楚雄、品甸及澜沧江中道，务要城高濠深，排栅粗大，每处火铳收拾一二千条或数千百条。云南有造火药处，昼夜煎熬，以备守御③。

从这一条记载可以看出，当时云南所用的手铳和碗口铳，除从内地调运外，已有相当一部分是当地的制品，而且数量较多。

---

① 《明太祖实录》卷一二九，洪武十三年正月丁未，《明实录》三，第 2055 页；《明会典》卷一九二《工部十二·军器军装》也说：“军法定律，每一百户（即百户所），铳手一十名，刀牌手二十名，弓箭手三十名，枪手四十名”，《明会典》，第 970 页。

② 《续文献通考》卷一三四《兵十四·军器》，洪武二十六年，《续文献通考》（二），第 3944～3945 页。

③ 《弇山堂别集》卷八七《诏令杂考三》，《弇山堂别集》，第 1669 页。

3. 对军士进行火铳射击的训练

与洪武铳炮按军队编制总数10%装备的同时，对军士进行火铳射击的训练也随之开始。嘉靖年间的右佥都御史唐顺之，曾经在《武编》中记载了一首“手把铳歌”。歌词说：

一装枪，二捻线，三装药，四马子，五投至子，六打三锤，七插箭，八行枪，九听号头唰唰响，单摆开锣响，点火捧钹响，收队①。

这是我国金属管形射击火器用于战争后，第一个训练火铳射击的章法。

4. 作战方式开始发生变革

火铳的大量使用，为新战术的创造和作战方式的变革奠定了基础，其中尤以在野战中用火铳齐射敌军战术的创造最为突出。

洪武二十一年（1388年）三月，云南麓川宣慰使思伦发，率部号300 000袭扰定边。明廷命西平侯沐英选骁骑3万，昼夜兼行15天，前往平乱。沐英抵前线后即选300轻骑挑战，发现思部以象兵为前阵，步骑兵随后的作战弱点，便下令军中，来日再战时，“置火铳、神机箭为三行，列阵中，俟象进，则前行铳箭具发；若不退，则次行继之；又不退，则三行继之”②。次日，明军按部署列阵待战。作战开始后，思部将领果骑群象而来，明军阵中第一列火铳、神机箭兵铳箭齐发，猛射思部象兵。射毕，即从两侧退至后队装填弹药，准备再射。与此同时，第二列火铳、神机箭兵上前继续齐射，如此再三。思部象兵多中铳箭，纷纷反走，全队溃乱。明军“乘胜追击，直捣其栅”，取得了作战的胜利。

洪武四年，明军在进攻四川的夏军时，创造了用火铳突破瞿塘关水陆营寨的作战方式。为抵御明军对天险瞿塘关的进攻，夏廷派左丞戴寿，率部以铁索横断峡口，控扼关隘，又于铁索外，“北倚羊角山，南倚南城寨，凿两岸壁，引缆为飞桥三，平以木板，置砲石、木杆、铁铳其上，傍桥两岸，复置砲”③，守备极为森严。是年六月初十日，明将德庆侯廖永忠率部进抵瞿塘关，见夏军依托山峻水急之天险，凭借工事而据守，明军舟师不能过。于是廖永忠密派数百名壮士，带干粮水筒，乘黑夜抬小舟逾山渡关，潜出其上流。山岭多草木，壮士披青蓑衣伪装，攀山岩鱼贯而前，夏军毫无知觉。廖永忠在估计壮士已到目的地之时，便率精锐分两路进攻夏军的水陆营寨，水军船上架置火铳等火器，又以铁皮包裹船头，增强攻击力和冲撞力。至黎明时分，夏军方知明军来攻。明军以迅雷不及掩耳之势，一举攻占夏军陆上营寨。稍后，潜出上游的明军放舟江中，扬旗顺流鼓噪而下，下流舟师也并力冲击，一时火炮、火铳齐射夏军水营，弹发火起，夏军前后受击，纷纷溃散，平章邹兴中箭死。明军乘胜焚毁拦江三桥，断其横江铁索，占领入川之天险瞿塘关。这是战争史上第一次以管形射击火器的火力，突破敌军水上营寨的战例，廖永忠则是这种战法的创造者。

---

① 《武编》前集卷五《火器》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第349页。

② 《明太祖实录》卷一八九，洪武二十一年三月甲辰，《明实录》四，第2859～2860页。过去有人认为管形射击火器的齐射战术，是西班牙火绳枪兵于16世纪创造的，或者是18世纪末19世纪初拿破仑战争创造的，都误。

③ 《明史纪事本末》卷十一《太祖平夏》，《明史纪事本末》一，第156页，



明代各军器制造系统，在元代火铳的基础上，经过改进和提高，发展成更为精良的洪武铳炮，成为明军的重要装备和克敌制胜的利器，推动军事领域各方面开始发生变革，为此后永乐铳炮的进一步发展，以及火器用于作战后，第一次军事大变革的到来奠定了基础。

第二节　永乐至正德时期的铳炮

明太祖朱元璋第四子朱棣，经过建文元年至四年（1399—1402年）的“靖难战争”，从建文帝朱允炆手中夺取政权，改元永乐。永乐朝廷在军器制造上，继续执行洪武后期加强控制的政策，由军器局、兵仗局按统一规格制造，使火铳逐渐制式化和标准化，火铳的制造技术也随之成熟。直到正德朝（1506—1521年）以前，火铳的形制构造和发火机制都没有明显的变化，成为相对稳定的永乐型铳炮。从文献记载与笔者所搜集到的44件出土实物资料可知，在这120多年中所制造的永乐型铳炮，有单兵手铳、中型手铳、轻型铳炮、大型铳炮和特型手铳①。

一、现存永乐型铳炮的概况

现存的永乐型铳炮都刻有编号，以手铳为多。

1．永乐型手铳

在35件手铳（照片9）资料中，有永乐年间（1403—1424年）制造的手铳天字伍千贰佰叁拾捌号（用阿拉伯数字5238表示，以下同），以及7255、22058、23283、23625、34549、34548、34606、35183、35525、40554、40868、41277、44854、50115、53041、60231、61738、65623、65876等号；宣德年间（1426—1435年）制造的天字号手铳有67299、69246、69958、73294等号；正统年间（1346—1449年）制造的天字号手铳有92088、95464、97640、98612、98629等号；正统九年（1444年）制造的胜字号手铳有12775号；成化年间（1465—1487年）制造的烈字号手铳有2282号；弘治九年（1496年）制造的神字号手铳有4、21、149等号；正德十一年（1516年）制造的天字号手铳有215号。

2．中型手铳

中型手铳有5支：有永乐七年（1409年）制造的武字4344号；永乐十三年制造的英字15034、奇字12046、功字18568等号；以及不明纪年的电字640号等。

3．轻型铳炮

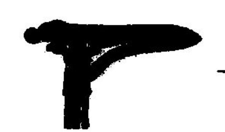
轻型铳炮有3门：有永乐七年制造的奇字1611、1933等号；永乐十三年制造的克字13724号等。

4．大型铳炮

大型铳炮有1门，制于正德六年，没有编号。

上述铳炮出土于或收藏于甘肃的定西、张掖，内蒙古的克什克腾、凉城，辽宁的辽阳，北京的延庆，河北的赤城、张北，河南的汝宁，南京故宫博物院与首都博物馆等地区与单位。

① 见本编参考文献［7］，第160～164页。



二、永乐型铳炮的构造

上述44件永乐型铳炮也都用模铸法铸成。

1. 手铳的构造

从传世和出土的35支永乐型手铳可知，它们虽与洪武手铳一样，都由前膛、药室和尾銎三部分构成，但又有较大的改进。

首先，外形有了明显的改进，其前膛已不再是简单的直筒形，而是自铳口至药室逐渐增大，形似现在的粉笔，这是前膛壁自铳口至药室逐渐增厚的结果。这种改进，反映了当时的火铳研制者，对火药在药室内燃烧后作用于膛壁上的压强，自药室前向铳口成递减分布的趋势，有了一定的经验和感性的认识，因此，在设计手铳时，于膛径保持前后不变的情况下，将靠近药室的膛壁增厚，使之能承受较大的膛压，而铳口所受的膛压最小，所以其膛壁也最薄。与之相应的措施是，铳膛部分横箍也作了相应的减少，有的前膛甚至取消了横箍。这是当时火铳设计科学性提高的一种表现。

其二，永乐型手铳在药室的火门外，增加了一个长方形的曲面活动盖，可以翻旋。装填火药后便将活动盖盖上，保持药室内的火药不受风雨灰沙的侵蚀，处于干燥清洁的良好待发状态，也避免操持时将火药撒落。

其三，永乐型手铳增配了专门装填火药用的装药匙，出土的实物也不算少。在已经发现的装药匙中，除单独出土者外，也有的伴随手铳一起出土。如新中国成立后，在南京中华门附近挖出“神字二十一号”手铳时，也随之挖出了一个装药匙，匙柄上刻有“重二两五钱”等字。另外，有马成甫在《火炮的起源及其流传》中，也记载了几个类似的装药匙，其中有一个装药匙，除了在手柄上刻有“重二两五钱”几个字外，还刻有“天字二万三千三佰五十九号”等字（图2－4－3），说明此匙很可能是永乐七年（1409年）所造同号手铳之附件。而另一件刻有“胜字六千佰五号”的装药匙，当是正统九年（1444年）所造同号手铳的附件。

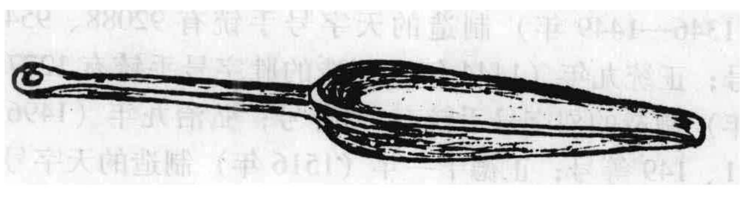


图2－4－3 装药匙（采自《火砲の起源とその伝流》）

在已搜集到的几件装药匙中，它们的主要尺寸相同：如全长155毫米，匙部长84毫米，横幅宽28毫米；两侧内凹，前端口部幅宽5毫米，可插入火铳口内，使匙内火药直接装入膛内，不致散落在外；装药匙的柄长72毫米，最粗处的截面为5毫米×4毫米。从匙柄上所刻的重量相同和匙部的规格一致，可知它们向手铳内装填的火药量也没有差异，这样既不会发生因装药过少而发射无力的弊端，也不会出现因装药量过多而发生手铳爆裂的危险，保证了发射的威力和安全。装药匙的柄端还有一个小孔，可系上绳环，便于士兵系于腰间。

其四，在出土的实物中，还在个别手铳中发现了残存的“木马子”。“木马子”是在药室中装填火药后，用以筑实火药的附件，具有紧塞和闭气的作用，可以增强火药的爆发力，使弹丸受力瞬时而集中，增加了射程。据《明会典·火器》记载，在弘治年（1488—1505年）以前，军器局每年要造“椴木马子三万个，檀木

马子九万个”。洪武二十六年（1393 年），朝廷规定在每艘装备 16 支手铳和 4 门碗口的海运船上，配有 1 000 个铳马子，可见铳马子是消耗性器材，在当时已配发火铳使用。在河北省文物研究所收藏的一支刻有：“奇字壹万贰千肆拾陆号　永乐拾叁年玖月　日造”的中型手铳中，发现了这种配件的残留物。

其五，永乐型手铳的制作工艺更为精致。在出土的 35 件实物中，除少数手铳外，铳身全长 345 ~ 360 毫米，口径 14 ~ 15 毫米，重量 2.2 ~ 2.27 千克，它们的上下差别分别是 15 毫米，1 毫米，0.07 千克。洪武手铳三者的涨落分别是 25 毫米，3 毫米，1.9 千克。可见永乐型手铳的制造精度已大为提高。永乐型手铳的铭文，也刻于铳膛的外表。

2. 中型手铳的构造

中型手铳较一般手铳为重。内蒙古克什腾旗出土的 1 支中型手铳，全长 440 毫米，口径 52 毫米，重 8 千克，外表刻有“功字壹万捌千伍佰陆拾捌号　永乐拾叁年玖月　日造”，从其剖面图可看出其构造（图 2－4－4）[8]。其形体与《武备志》卷 125 记载的铁制击贼砭铳相近，通常安于架上发射。由于药室较大，故威力也较大。

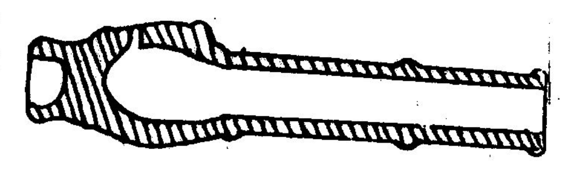


图 2－4－4　中型手铳剖面

3. 轻型铳炮的构造

轻型铳炮较中型手铳粗长而沉重，安于要隘的架上发射。迄今已见 3 门实物，其中甘肃张掖出土的 1 门，全长 550 毫米，口径 73 毫米，重 20 千克，铳身刻有“奇字一千陆佰十一号　永乐柒年九月　日造”，似为当年装备张掖的守城炮（图 2－4－5）[9]。

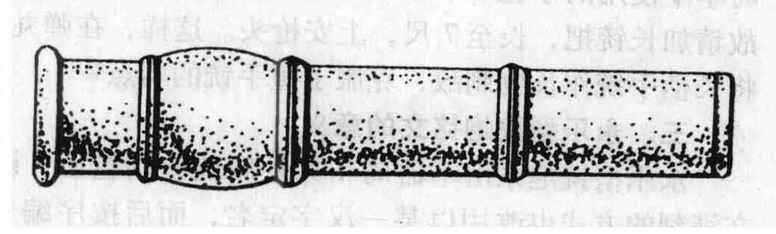


图 2－4－5　轻型铳炮（采自《文物》1986 年第 4 期）

嘉峪关城内保存了 1 门与上述相类似的轻型铳炮，全长 550 毫米，口径 110 毫米，重 15 千克，铳身刻有“奇字一千玖佰叁拾叁号　永乐柒年九月　日造”等字，似为嘉峪关明军的守城炮[10]。铭文表明这 2 门轻型铳炮制于同年同月，同用于守备西门要隘关城，同为“奇”字系列铳炮，差数为 332，可见这类铳炮为数不少。又据《续文献通考·军器》称：景泰四年（1453 年）四月，宁夏总兵官张泰曾提到永乐年间所制重 34 斤的守城铳炮，发射大型石弹之事。此说正与这 2 门轻型铳炮的基本情况相吻合。

河北赤城长城脚下上仓堡的一处窖藏中曾出土 1 门铜碗口铳，全长 360 毫米，口径 115 毫米，重 13.6 千克，铳身刻有“克字壹万叁千柒佰贰拾肆号　永乐拾叁年玖月　日造”、“龙门城所管上仓堡防隅”等字。上仓堡位于赤城县龙关镇南 18 千米，是经土木堡通向居庸关的要道，该窖所藏火铳，似为当年明军为抗击瓦剌所贮备的火器[11]。



4. 大型铳炮的构造

湖南株洲曾发现1门刻有“正德六年拾月汝宁府知府毕昭守御千户任伦奏准铸造”的大型铳炮，全长810毫米，口径220毫米，重348千克，是制于1511年的大型守城炮[12]，又称大将军（图2－4－6）。据《兵录》卷12记载，明廷在成化元年（1465年）已制成各型将炮300门，重75～500千克之间，载以炮车，此炮似与大将军炮同类。

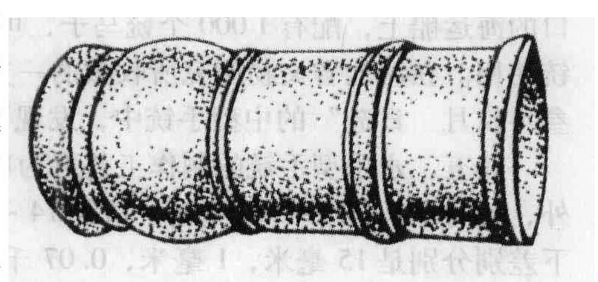


图2－4－6　正德六年大铳炮
（采自《文物》1986年第8期）

5. 特型手铳的构造

此类手铳为提高射速而造，没有出土实物，仅见于文献记载，有两头铜铳与长柄手铳两种。

两头铜铳是由左都御史杨善，于正统十四年（1449年）请求铸造的。它用一根铳柄连接两个单铳的尾部，铳头向外射击。作战时，射毕一头，再射另一头，可连续射出，提高了射速，增强了杀伤力①。

长柄手铳是按辽东守将在景泰元年（1450年）的建议制造的。建议者称，当时军中使用的手把铳，在弹丸射毕后的再装填时间较长，敌兵很容易乘隙而至，故请加长铳把，长至7尺，上安枪头。这样，在弹丸射毕后，如果敌军冲来，即可将长柄手铳作长枪刺敌，克服了短手铳的弱点②。

三、永乐型铳炮铭文的意义

永乐型铳炮系由军器局和兵仗局统一制造后，调拨各地驻军使用的，故其铭文镌刻的方式也改用以某一汉字定名，而后按序编号，再标明制造年月。从这些铳炮所刻的编号和制造年月，大致可以看出当时铳炮制造的基本情况。

1. 从铭文看永乐型铳炮的制造数

如果以上所列各火铳的编号是按实际制造量编排的，则可从已知各字号火铳的最大编号数，估算出当时所造火铳的约数。如天字号为98629、胜字号为12775、烈字号为2282、神字号为149、正德天字号为215、武字号为4344、英字号为15034、奇字号为12046、功字号为18568、电字号为640、克字号为13724，再加上正德六年大铳炮1门，则永乐至正德年间所制造的铳炮，至少在上述各数之和178 407门以上。今后还可能会发现编号更大的火铳，从而会使当时的造铳数得到更贴近实际的反映。

2. 从铭文看永乐型铳炮的月产量

在众多的出土火铳中，可以从同年同月所制同一字号火铳的编号差数，估算出当时火铳的月产量。如在已经搜集到的永乐七年（1409年）九月制造的天字号

① 《续文献通考》卷一三四《兵十二·军器》，正统十四年八月和景泰元年二月，《续文献通考》（二），第3995页。

② 《续文献通考》卷一三四《兵十四·军器》，正统十四年八月和景泰元年二月，《续文献通考》（二），第3995页。



手铳中，最小的编号数是5238，最大的编号数为23625，两者的差数是18 387，即当月至少制造了18 387支手铳，反映了造铳高潮时手铳的产量。

3. 从铭文看永乐型铳炮的制造与军事的关系

从出土永乐型铳炮的铭文中，可知它们集中制造于永乐七年、十二年、十三年、十九年、二十一年，宣德元年（1426年）、正统元年、九年，这同当时重大军事行动的需要有关。如永乐年间各造铳集中的年度，就分别与永乐七年底至八年初神机营的创建，永乐八年（1410年）、十二年、十九年、二十一年的朱棣四次亲征漠北之战有关①。

4. 从铭文看永乐型铳炮对制造年月的选择

除宣德元年（1426年）、正德九年（1514年）外，永乐各年和正统元年（1436年）所制造的火铳，都在三月和九月进行，这两个月气温适当，不冷不热，既有利于操作，又有利于保证火铳的质量。因为这两个月的环境温度相同，范铸而成的火铳，按相同的速率冷却，致密坚实的程度一致，具有同样的性能。

永乐型铳炮结构的改进、品种的增加、数量的增多、使用的扩大，使洪武以来的军事变革进一步深化，出现了火器使用后的第一次军事大变革。

四、明前期军事变革的深化

永乐型铳炮的进步，为神机营的创建，为边海防建设的进一步改善，为军事训练与作战方式变革的深化创造了条件。

1. 神机营的创建

永乐初期，为加强精锐部队的建设和政权的巩固，朱棣创建了不同于卫所编制的五军营、三千营和神机营等京军三大营，成为朝廷直接指挥的一支“内卫京师，外备征战”的战略机动部队。关于它们的创建年代，在明代有关的史书中没有明确的记载，《续文献通考·兵考·兵制》说：“三大营之立，史无岁月可考。”其中关于神机营创立的年代之说最为纷繁。

《续文献通考》卷一二二《兵考·兵志》说：据王圻云：“……［永乐］五年初定交阯，神机营立于此时。”

《明会要》卷六一《兵四·火器》，征引了《世法录》的记载：“永乐八年，征交阯，得神机枪炮法，特置神机营，肄习火器。”

《明史》卷九二《兵四》说：“至明成祖平交阯，得神机枪炮法，特置神机营肄习。”

赵士桢在万历二十六年（1588年）的《进神器疏》（载于《玄览堂丛书》第八六册《神器谱》）中说：“成祖文皇帝三犁虏廷，建置神机诸营，专习枪炮。”

永乐十一年十月，朱棣晓谕安远侯柳升说：“神机铳炮兵之利器所攻城不阙者，必操习精熟，然后临机得用，尔提督不可不严。”② 十二年，将柳升召还，总京营兵。

上述五条记载概括起来有二说：一是神机营当建于永乐五年后，二是神机营

① 亲征漠北：永乐八年至二十二年之间，朱棣4次率军在北方沙漠同蒙古一些部族进行的战争。

② 《明太宗实录》卷一四四，永乐十一年十月癸丑，《明实录》八，第1710页。



当建于永乐十一年前，而它的创建同永乐年间的用兵交阯与漠北，以及神机枪炮的大量装备与使用有关。

朱棣第一次用兵交阯是永乐四年决定的。其时，朱棣命成国公朱能为大将军，西平侯沐晟、新城侯张辅为左右副将军，统率步兵、骑兵、舟师，以及神机将军程宽、朱贵所部的神机枪炮兵出征。是年十月，朱能病故于龙州（今广西龙州），由张辅带领其众，出师交阯，在作战中已“翼置神机枪炮兵”。但此时的神机枪炮兵只是步兵中的一个组成部分，尚未编成独立的兵种神机营。永乐五年（1407 年）五月，交阯平。九月，张辅命都督佥事柳升，送安南的黎季犁、黎苍、黎澄至京师。永乐六年三月，张辅回朝。七月，朝廷以功升诸将军，柳升被封为安远伯。从明廷第一次用兵交阯的过程看，神机营似不可能创建于张辅还京之前。又因营官的选任、技术兵员的挑选、神机枪炮的准备等。

再从朱棣在交阯和漠北两个用兵方向看，永乐七年八月张辅率兵再入交阯时，神机枪炮兵并未随同出征，此后几次用兵交阯时，也无神机枪炮兵的战绩。而在永乐八年朱棣第一次用兵漠北时，安远伯柳升“将神机枪炮为前锋”，大败阿鲁台所部，晋封为侯①。此记载还没有明确说明柳升所率领的神机枪炮兵是营一级的编制。又由前引永乐十一年（1413 年）十月朱棣对柳升谕示可知，柳升在永乐十一年前已经任神机营提督了。如果把永乐七年九月新造的火铳数，以及各年累计的造铳数，同神机营的创建、朱棣用兵漠北的事件联系起来分析，神机营似创建于永乐七年底八年初。永乐八年初，朱棣权衡南北两个用兵方向轻重利害，把北方视为维护国家统一的重要用兵方向，因此，命柳升为中军副将，统领新建的战略机动部队神机营随同出征。而出土实物表明，此时明廷制造的“天”字号的制式火铳已在 23 625 支以上，足够装备神机营的官兵。所以朱棣在永乐八年以后的几次漠北之战中，每次必有神机营随同出征。因此，创建于永乐七年底八年初的神机营，是我国也是世界上最早装备枪炮的新兵种，它比欧洲最早装备火绳枪的西班牙火枪兵要早一个世纪左右②。雄才大略的永乐帝朱棣则是创建神机营的最高统帅。

神机营下编中军、左掖、右掖、左哨、右哨五个军。中军下编 4 个司，其余各编 3 个司。营的主管官称大营坐营官和管操官，挂提督衔。各掖和各哨的分管官称坐营或坐司官，他们都由兵部奏请朝廷，从公、侯、伯、都督、都指挥内推选，后兼用内臣。神机营还增设了特有的监枪官。五军营和三千营装备冷兵器，而神机营则专门装备神枪、单眼铳、手把铳、盏口铳、碗口铳、将军炮、单飞神火箭、神机箭等火器。

三大营的创建，突破了洪武年间单一的卫所旗军编制，建立了专门装备各种火器的部队，出现了步骑兵与神机枪炮兵进行协同作战的新式军队，使明军的战斗力得到了显著的提高，成为当时军事大变革的主要标志。随着神机营的创建，

---

① 《明史》卷一五四《柳升传》，《明史》十四，第 4236 页。

② 苏联 1980 年版《苏联军事百科全书》中的“火枪兵”条记载，西班牙在 15 世纪初建立了火枪兵，其他国家所建的火枪兵都在西班牙之后。



全国各地卫所驻军装备火器的比例也在增加。

景泰元年（1450年）闰正月，武清侯石亨奉命从紫荆关调往大同驻防时，请求朝廷增兵30 000，给神机营增拨神铳5 000支、火炮和盏口炮各500门、信炮100个，除神枪所用火药之外，再领火药5 000斤，并允许自造军器，从朝廷批准的这些请求看，当时调往大同的神机营已不止一个，说明神机营的建制已扩展到北方的军事重镇。再从石亨请求增拨铳炮的数量看，该部队至少已有一半士兵使用了神机枪炮。这是景泰朝廷汲取土木堡事变的教训，采纳于谦的建议，为改善山西大同等军事重镇的防御而采取的一个重要举措。

除扩建神机营外，明廷还在一般卫所驻军中，增加铳炮装备的比例。成化二年（1466年）闰正月，明廷采纳定襄伯郭登的建议，采用一种新的部队编制，即在一个部队中，编：

> 神枪手（指神机枪炮手）十，弓箭手十，牌刀手各五，药箭强弩手十，司神炮及舁火药者八，杂用者七①。

可见其使用火器的士兵已占编制总数的1/3。

神机营的创建和各地卫所驻军使用火器人数的增加，使明代前期军队编制装备的结构，发生了重大的变革。

2. 沿边沿海大量增配铳炮

自永乐年起，沿边沿海的守备铳炮不断增加。永乐十年（1412年）四月，朱棣下令沿边“自开平至怀来、宣府、万全、兴和山顶，皆置五炮架，有警即发”②。十年后，又令山西、大同、开城、阳和、朔州等地驻军，增配神机枪炮，以加强守备③。正统九年（1444年），英宗命工部给沿边各军事重镇增造铳炮，其中：

> 辽东五百三十五，延绥等处八百三十，永宁二十，宣府三百二十，宁夏一百，甘肃五百④。

总计2 305门，是增配铳炮最多的一次。有些地方在增配铳炮时，还新建了固定式炮架。如永乐二十一年九月，朝廷采纳了居庸关指挥袁讷的建议，在居庸关附近新建八处烟墩，安置新式炮架，架设铳炮。这种新建的烟墩，已不是单纯的报警烽燧，而是倚城而建的露天式炮台的雏形，具有报警和发炮击敌的双重作用，是炮台式军事筑城的萌芽。

继洪武年间在莱州卫等沿海要塞增配大型铳炮后，明廷又于永乐十四年十二月，命辽东总兵刘江（又名刘荣），在金州、旅顺口、望海埚等地，建筑敌台7所，增置各型铳炮，以防范倭寇的侵扰。十七年六月，刘江又在望海埚用大石垒堡筑城，置烟墩瞭望，并增兵驻守⑤。之后不久，倭寇2 000多人侵犯望海埚。刘江部署伏兵，待其上岸后，伏兵发炮奋击，将其全歼。这是我国战争史上，第一次用铳炮歼灭从海上入侵之敌的著名战例，史家称之为“望海埚大捷”。此战之

---

① 《明宪宗实录》卷二五，成化二年闰正月癸亥，《明实录》二十二，第500页。

② 《明太宗实录》卷一二七，永乐十年四月癸亥，《明实录》八，第1584页。

③ 《明太宗实录》卷二五二，永乐二十年十月甲辰，《明实录》九，第2354页。

④ 《续文献通考》卷一三四《兵十四·军器》，正统九年。《续文献通考》（二），第3995页。

⑤ 《明太宗实录》卷二一三，永乐十七年六月戊子，《明实录》九，第2142页。



后，“倭大惧，百余年间，海上无大侵犯”①。

3. 军阵训练的创新

京军三大营建立后，军阵训练也随之创新。平时五军营习营阵，三千营习巡哨，神机营习火器。皇帝亲征时，三大营护卫周围，驻营时有明确的层次：大营居中，营外分驻五军，步卒居内，骑卒居外，神机营在骑卒之外，神机营外有长围20里②。作战时的布阵原则是：“神机铳居前，马队居后”，前锋要疏，以便射手装填弹药，实施轮番齐射；后队要密，以便实施冲击。作战开始后，“首以铳摧其锋，继以骑冲其坚”③，这样就能取胜。这一布阵原则是朱棣在永乐二十一年（1423年）八月，于第四次亲征漠北途中进行布阵演习时提出的，是对神机枪炮兵与步骑兵协同作战阵形的高度概括，使古代以步骑兵为主的野战方阵战术，开始发生新的变化，具有鲜明的时代特色。

4. 作战方式的变革

神机营创建后，明军的作战方式开始在更大的规模上发生变革，除前述明军海防部队在望海埚用铳炮全歼入侵倭寇之战外，在野战、攻守城战中，也都有著名的战例。

永乐十二年六月，朱棣率500 000明军亲征漠北，进抵忽兰忽失温（今蒙古乌兰巴托南）时，蒙古贵族马哈木率部30 000进行抵抗。朱棣命宁阳侯陈懋等率部攻其右，丰城侯李彬等率部攻其左，安远侯柳升率神机营攻其中。作战开始后，柳升即指挥神机枪炮兵齐射敌阵，毙杀敌骑兵数百。敌军混乱溃退，阵线被突破。朱棣乘势指挥步骑兵追歼逃敌。柳升在中路取胜后，又命神机枪炮兵齐射敌军左右翼，敌军连夜逃遁④。这是神机枪炮最早用于沙漠战的战例。

铳炮在攻城战中，主要用于摧毁敌军城防，击杀敌军有生力量，突破守军的防线，为步骑兵的冲突打开通路。永乐四年七月，朱棣因安南当局阴谋杀害明朝使臣，便决定用兵交阯。十月，新城侯张辅、西平侯沐晟等统率步骑、舟师，以及神机将军程宽、朱能所部的神机枪炮兵出征。十二月，明军进攻多邦城。城破后，交阯兵荷栏盾，骑大象进行巷战。张辅令“神机将军罗文等，以神铳翼而前”，交阯象兵所骑大象，“皆股栗，多中铳箭，皆退走奔突”⑤。接着，明军步骑兵长驱直进，追敌至伞圆山，取得了胜利。

火铳在守城战中，主要用于击杀攻城敌军，或于城外设伏，击退密集部冲突而来的步骑兵。正统十四年（1449年）八月，蒙古瓦剌贵族也先率部南掠至土木堡（今河北怀来县东南），明英宗朱祁镇率领的500 000明军被歼，随行大臣50余人遇难，朱祁镇被俘，也先乘势进攻北京。九月二十一日，于谦升任兵部尚书，受命保卫北京，京师总兵石亨协助指挥。于谦受命后严令诸将备战，加固城防，在北京城的九门及要地架设火铳，神机各营待命参战，并加强扼守长城关隘，作

① 《明史》卷九一《兵三》，《明史》八，第2244页。

② 《明史》卷八九《兵一·京营》，《明史》八，第2177页。

③ 《明太宗实录》卷二六二，永乐二十一年八月丙寅，《明实录》九，第2396~2397页。

④ 《明太宗实录》卷一五二，永乐十二年六月戊申，《明实录》八，第1764~1765页。

⑤ 《明史记事本末》卷二二《安南叛服》，《明史纪事本末》一，第348页。



好备战部署。十月上旬，也先所部 120 000 人，分东西两路进逼北京。于谦令 220 000守城明军出九门外抗敌，并同石亨重点守御德胜门。十一日，也先攻西直门受挫后专攻德胜门。于谦先已指挥神机营设伏于德胜门外村落间，另以小股精骑诱敌至设伏地域，都督范广指挥神机营猛射敌骑。敌死伤万余人，溃散 90 000 余人，也先弟孛罗及平章卯那孩中炮死。同时，西直门、彰仪门及城外西南街巷，也都以铳炮射敌。也先因遭枪炮杀伤惨重，不敢再战，于十五日夜撤围而去。于谦挥军追击。也先部于十一月初八日退至塞外。此战是明代前期使用神机枪炮最多的一次城市保卫战，史称“北京保卫战”。时至 15 世纪中叶，欧洲还没有任何一个国家的军队使用如此众多的枪炮，进行如此大规模的城市保卫战。

明代前期是我国铳炮类火器发展的鼎盛时期，不但对当时军事领域的各个方面产生了巨大的影响，而且也推动了欧洲火绳枪炮的发展。由于明廷的严格控制，永乐型铳炮在永乐十二年（1414 年）定型后便无多大改进，以致被欧洲的佛郎机炮与火绳枪所超出，从而出现了我国在嘉靖时期第一次仿制外来枪炮的局面。



第五章
火绳枪炮的传入与发展

中国发明的火药与火器，在13世纪末至14世纪初经过阿拉伯西传至欧洲时，欧洲一些地方的资本主义萌芽已经依稀可见，市民阶级也正在崛起，为同贵族骑士进行政治和军事斗争，他们摆脱一切束缚，竞相研制新型火器，制成了在构造和性能上都比明代前期火铳优越的火绳枪炮。16至17世纪，这些枪炮就被西班牙、葡萄牙等国的冒险渡洋航行者所使用，作为掠夺拉丁美洲（墨西哥、秘鲁）和东方国家（印度、中国、日本）的利器。当葡萄牙人在明朝嘉靖年间劫掠我国东南沿海地区时，佛郎机炮与鸟枪也就成为明军与之作战时的战利品而传入我国。

第一节　佛郎机炮的传入

佛郎机炮的传入与葡萄牙人在15世纪末至16世纪初的东侵有关。

一、葡萄牙人的东侵

公元1497年7月8日，葡萄牙人达·伽马（Vasco da Gama，1469—1524年）率领100多名水手，登上4艘船舶驶离里斯本港，绕过好望角后，于1498年5月17日到达印度西海岸的卡利卡特（Calicut，《明史》称古里，即今印度半岛西海岸的科泽科德）。这一次，他们从当地掠夺了大量的香料、丝绸、宝石、象牙等物品，所获纯利竟达航海费用的60倍。

1502年，达·伽马又率领一支由20艘舰船组成的舰队，安有许多舰炮（即后来明军所说的佛郎机），载有大量步兵。当舰队再度到达卡利卡特时，他们开炮轰击这座繁华的城镇，击杀当地的印度人和阿拉伯人，劫洗这些人的船只，行如海盗。次年，达·伽马强行在卡纳诺尔和柯钦建立永久性要塞，以巩固他们对印度西海岸领地的强占。1504年，达·伽马返回里斯本。1509年，葡萄牙驻印度第一任总督达尔梅达（Simao D' Almeida），又击败了土耳其、阿拉伯与印度人的联合舰队，其后又连续侵占果阿、马六甲等地，又在科伦坡、苏门答腊、爪哇、加里曼丹、苏拉威西和摩鹿加群岛（今马鲁古群岛）建立了商站，控制了久欲侵占的香料之国。

达·伽马及其后继者侵掠印度等地得逞之后，葡萄牙人的贪欲越来越大，继续向东扩张，欲掠取邻近印度的中国的财富。他们从马可·波罗（Marco Polo，1254—1324年）的游记中，初知这个神秘而又未曾见过的国家。贪婪的发财欲望，驱使他们要尽早来到这个遍地是黄金的地方。葡萄牙人从马拉巴尔沿岸的卡利卡特、柯钦等港，以及马六甲等地，接触了带着中国物产和香料的中国商人，并从他们手中获得了中国的瓷器、缎子、麝香、黄金涵、樟脑、大黄、珍珠，以及美丽的丝绢等产品。当时中国的一些富商已在印度与马六甲等地开设了商馆。葡萄牙人在同中国人的接触中，得到了关于中国的许多情报资料。回国后，他们就同



当局者商讨对付中国的策略。

1509 年（明正德四年）9 月，葡萄牙人德·赛奎拉（Diogo Lopes de sequeira）率舰队至马六甲。行前，国王于 2 月 13 日给舰队一个训令，其中有要求他调查中国国情的提纲，主要是要调查中国的地理位置，国家的政治和军事组织、外交和对外贸易情况，人民的风俗习惯、宗教信仰等等。这个训令的内容刊载于博克塞萨（C. R. Boxer）所编辑的《1500—1700 年欧洲史料中关于中国明末清初的记载》中。对国王提出的这些调查内容，德·赛奎拉究竟如何回复不得而知。但是葡萄牙当局后来知道中国同印度、马六甲不同，它由统一的国王进行统治，有强大的军队，是强大的民族，不可动用武力，因此，决定派使臣前来商谈贸易往来事宜，其中主要有五次。

二、葡萄牙人对明王朝的五次试探

为了达到同中国交往的目的，葡萄牙人先后五次派使臣同明王朝进行接触。

第一次是正德十二年（1517 年），葡萄牙人丹德拉特（亦作安德拉特，原文为 Fernao Peres D' Andrade）率舰队从马六甲出发，来到中国广州港外的他玛澳（Tamao 或 Tamau，另一说是屯门岛，即 Tummèn 岛，位于上川岛西部海湾）经中国官员允许后，丹德拉特才率两舰至广州城外锚泊。葡萄牙使臣佩雷茨（Thomás Perez）亦随舰同来[13]。郑若曾在《筹海图编》卷 13 记载了这一史实：

> 刑部尚书顾应祥云：佛郎机（Franks），国名也，非铳名也。正德丁丑（即正德十二年，1517 年），予任广东佥事署海道事。蓦有大海船二只，直至广东城怀远驿，称系佛郎机国进贡。其船主名加必丹①。其人皆高鼻深目，以白布缠头，如回回打扮。即报总督陈西轩公金，临广城，以其人不知礼，令于光孝寺习仪三日，而后引见……时武庙（即明武宗皇帝）南巡，留会同馆者将一年，今（皇）上登极，以其不恭，将通事明正典刑，其人押回广东，驱之出境②。

可见，葡萄牙人第一次来华使臣无功而去。

第二次是正德十四年八月，葡萄牙人费尔诺之弟西毛·丹德拉特（亦作安德拉特，原文为 Simao D'Andrade）率 4 舰复来广东，其兄遂返回马六甲。西毛秉性贪暴，劫夺财货，掠买子女，行为野蛮，所以《明史·佛郎机》说："其人久留不去，剽劫行旅，至掠小儿为食。其留怀远驿者，益掠买良民，筑室立寨，为久居计。"由于葡萄牙人的野蛮，明廷官员未予理睬，只就他们带来的货物按数付款后令其返回。葡人第二次试探落空。

第三次是正德十五年，葡萄牙又派托马斯·佩雷茨为使臣，率舰队至屯门岛锚泊。为了能使他同明朝官方人员接触成功，他用了一个名叫亚三的人当翻译。据《殊域周咨录·佛郎机》及《王亨记·满剌加》等书介绍，亚三系华人后裔，久居印度，常与葡萄牙人来往，精通葡语，可称葡萄牙通。当年四月，佩雷茨带

① 加必丹：系葡文 Capitao mor 之译音，其意为船主，不是人名，顾应祥说错了。

② 明·郑若曾撰：《筹海图编》卷十三《经略三·兵器》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 419 页。



亚三自广东至南京。其时正值明武宗南巡至此，亚三经逆臣江彬推荐侍帝左右，利用教授语言之机，同武宗接近。正德十六年三月，武宗死，江彬于六月被诛，随后亚三亦被杀。经明廷议决，遣佩雷茨返回，并下令不同葡萄牙人通商。葡人第三次试探亦未能如愿。

第四次是正德十六年，葡萄牙当局又派遣马六甲总督卡维（Diogo Cavo）为使臣率舰船来广东。随该船而来的有一对出生于虎门，精通葡语的中国籍夫妇彼得罗（Pedro），作为卡维的翻译，同明廷官员接触。当时正好武宗驾崩，亚三处刑不久，他们恐祸及自身，只好隐伏街市不露。《明史·佛郎机传》称："其年（正德十六年）七月，（葡人）又以接济朝使为词，携土物求市……诏复拒之。"葡萄牙人的第四次试探又遭拒绝，被逐后返回马六甲。

嘉靖元年（1522 年）八月，葡萄牙当局派遣达·迈罗（Martin Alfonso de Mello）率 5 艘舰船到珠江口锚泊，试图以武力为后盾，强迫广东官员同意其占驻屯门岛（《广东县志》称此岛在东莞县境内），妄图达到前 4 次所未达到的目的。当时广东官员向其宣布三件事：一是葡萄牙人不得怀有侵掠上川岛之意；二是禁止葡萄牙人随意与中国人来往；三是葡萄牙人的船只禁载中国军士。葡萄牙人抗命不遵，藐视中国主权，悍然发炮轰击明朝守军，守军当即予以反击。当葡萄牙舰船企图侵犯广东新会的西草湾时，指挥柯荣、百户王应恩率部抵御。激战后，明军生擒别都卢（即彼得罗，Pedro）、疎世利等 42 人，斩首 35 人，缴获 2 舰及其舰炮 20 余门，并因其国名而将此类舰炮称作佛郎机。其余 3 艘葡舰于十月返回马六甲。百户王应恩阵亡。明军官兵从缴获的 2 艘大舰中得 20 多门舰炮，即取名佛郎机，副使汪铉将其进献朝廷。佛郎机炮自此传入中国。

三、佛郎机炮之源头

明军在西草湾之战中缴获的舰炮，是葡萄牙人在 15 世纪末至 16 世纪初制造的一种新型的火炮。

葡萄牙是欧洲资本主义生产方式较早萌芽的国家之一。到 16 世纪初，由于对外扩张的需要，其战舰与舰炮的制造比较先进，横行欧亚非海洋之间的战舰，大多是 15 世纪后期开始制造的三桅横帆三层舰，舷侧安有舰炮（图 2－5－1）①。其时，葡萄牙和西班牙是最早的海上强国，所建造的战舰舰体坚牢，备炮较多，火力较强，航速较快，为英国、荷兰等国家的战舰所不及。葡萄牙即以其战舰的优势，常同西班牙争锋海上，横行印度洋、阿拉伯海及中国南海之间。

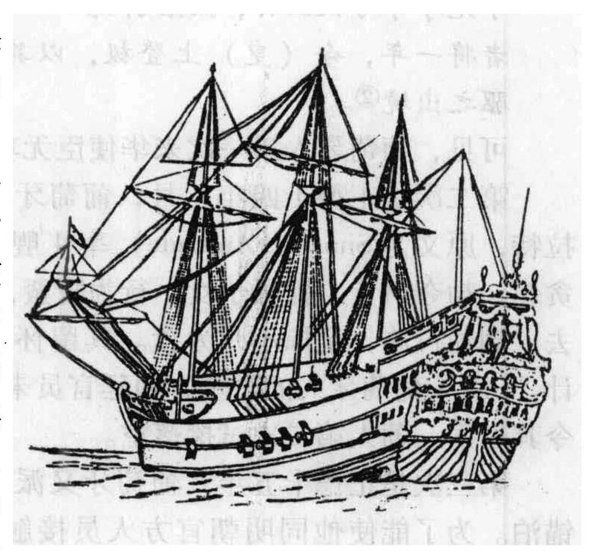


图 2－5－1　16 世纪初葡萄牙战舰

葡萄牙战舰上装备的舰炮，是当时葡萄牙人称之为蛇炮的一种后装炮，当时

① 当时欧洲人称这种三桅横帆大战舰为 Galleon Galleass Galliass。

的欧洲比较流行这种炮。现在里斯本军事博物馆中的瓦斯科·达·伽马陈列室中，尚陈列着当年所用舰炮的样品（图2－5－2）。达·伽马之后，葡萄牙的佛郎机又有改进。日本游就馆藏有葡萄牙人在该国和在果阿制造的两种佛郎机（图2－5－3），它们分别制于西草湾之战的前后。前者的炮身用铁铸造，从炮口至尾部逐渐增大，有9道加强箍，装弹室有一个突出的长方形敞口，可嵌合子炮，制作工艺

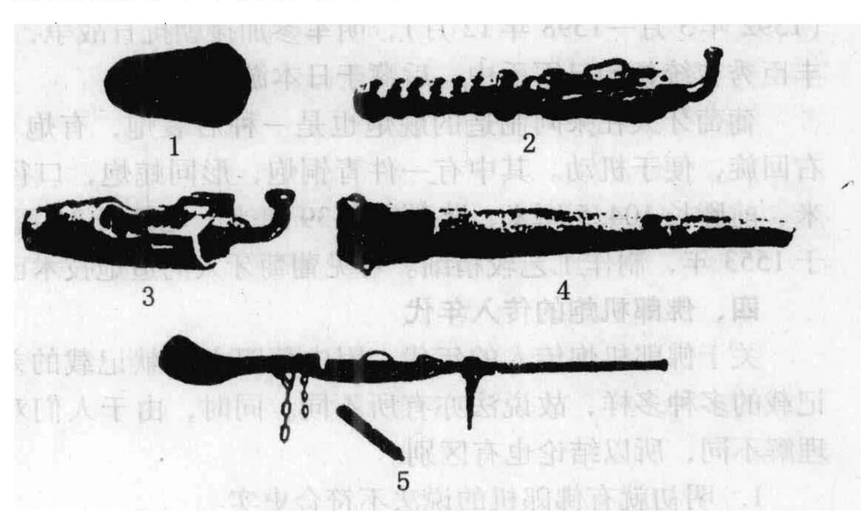
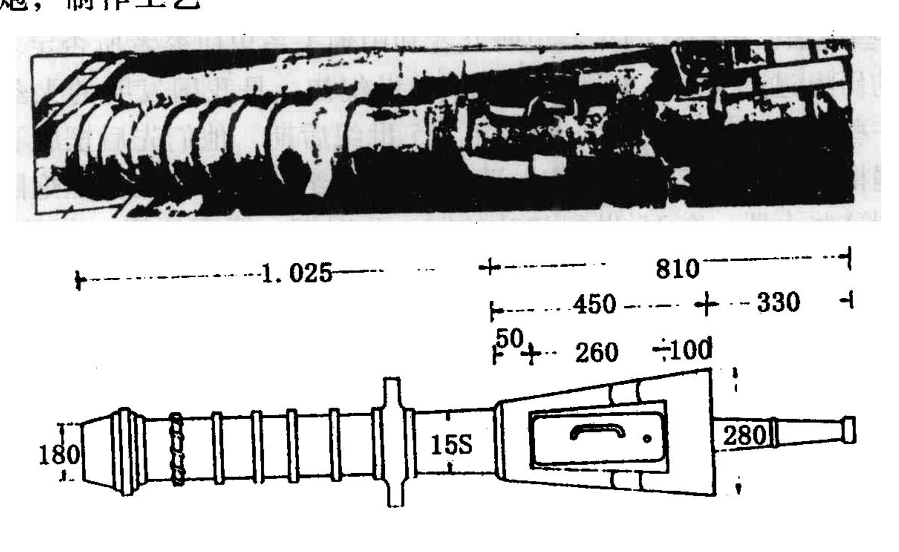


图2－5－2　达·伽马时代的佛郎机图中（2、3、5）
（采自《火砲の起源とその伝流》）



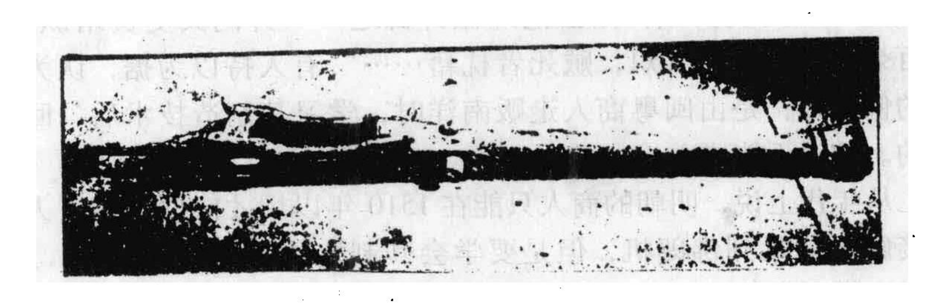
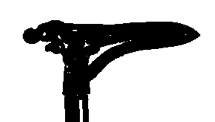


图2－5－3　葡萄牙人在本国（上）和在果阿（下）制造的佛郎机（采自《火砲の起源とその伝流》）

欠精致。该炮口径18厘米、全长183.5厘米、前膛长102.5厘米、装弹室长48厘米、尾部长33厘米（图2－5－3上），与达·伽马陈列室的火炮“2”相似。日本火炮史家有马成甫经考证认为，此炮原装备于参加西草湾之战的葡萄牙舰船上，



作战中被明军缴获，之后装在明军战船上。万历二十年四月至二十六年十一月（1592年5月—1598年12月），明军参加援朝抗日战争，此炮随军参战，落入日本丰臣秀吉统领的日军手中，后藏于日本游就馆中。

葡萄牙人在果阿制造的舰炮也是一种后装炮，有炮耳，可安在叉架上，能左右回旋，便于机动。其中有一件青铜炮，形同蛇炮，口径48厘米、全长179.5厘米、前膛长104.5厘米、装弹室长39厘米、尾部长36厘米（图2-5-3下），制于1553年，制作工艺较精细。可见葡萄牙人的造炮技术已较前大有进步。

四、佛郎机炮的传入年代

关于佛郎机炮传入的年代，因中葡双方文献记载的差异，以及明朝有关文献记载的多种多样，故说法亦有所不同。同时，由于人们对佛郎机本身及其传入的理解不同，所以结论也有区别。

1．明初就有佛郎机的说法不符合史实

此说主要有两种：其一是《续文献通考·军器》的记载："参将戚继光云，时尝发山东地窖，佛郎机乃成祖所蓄，年月铸文可考。"其二是清末的王仁浚，在《格致古微》卷二中谈到火器时说：明初有"大二三将军等炮及碗口铳……佛郎机等品"。这些说法已被现代的火器史研究者和中葡关系史研究者所否定。从中外火器史交流的历史过程可知，13世纪末至14世纪初，是我国发明的火药与火器西传，以及一些欧洲国家开始仿制的时期。15世纪后期，他们先后摆脱了仿制而进入创制火绳枪与佛郎机等轻型火炮的阶段。16世纪初叶，他们人至炮随，广东官员方能见到这些火器。在15世纪初叶的明永乐时期，明军使用"年月铸文可考"的火器，只能是洪武火铳与永乐火铳，而不是佛郎机，因为它还没有问世。戚继光是抗倭名将，他是佛郎机传入中国后使用最早最多的人，对佛郎机的制造与使用有精辟的见解与独特的创造，他怎能说出明成祖时就有佛郎机的话呢？

2．正德初年使用佛郎机作战的说法不可靠

据清道光年间（1821—1850年）陈祖寿编纂的《福建通志·明外纪》记载：正德元年（1506年）有"广东盗"郭芳等犯仙游县，"义民"魏升遣子瑞周同乡勇十多人，埋佛郎机炮数百于漳林东湖以待之，郭芳中炮死。正德五年九月，又有"汀漳流盗……突攻县城，知县范珪檄升御之……升同典史黄琯纵火焚其栅，以佛郎机百余攻之，风烈火炽，贼死者枕藉……"有人持以为据，认为福建仙游县人所用的佛郎机，是由闽粤商人走贩南洋时，学习其制造技术后，回国仿制并用于作战的。此说不能成立。

首先，从年代上说，明朝的商人只能在1510年以后才能同葡萄牙人接触，即使在这种接触中能见到佛郎机，但是要学会其制造技术，筹建设备，进行仿制，也不是可以一蹴而就的。因此，文中所说的使用佛郎机作战之事并不可靠。

其次，从《福建通志》所描述的两次作战过程可知，作者对佛郎机的性能和作战作用并不了解。如在描写第一次作战过程时，把佛郎机当成是某种地雷，而佛郎机只能发射弹丸击杀敌人，而不是埋于地下的火器。此外，佛郎机主要是以弹丸击杀敌人为主，不可能像纵火器那样产生"风烈火炽"的作战场景。

其三，从制造火器的能力和明廷的规定看，在正德五年以前的仙游县，一些



“义民”是不可能筹集为数可观的钢铁材料与火药来制造佛郎机炮与弹丸的。在制造技术上同样也是不可能的。

3．正德十二年传入佛郎机的说法不准确

《筹海图编》卷十三对明朝官员初次见到的佛郎机，作了概略的描述：

其铳（指葡萄牙舰船上装备的佛郎机）以铁为之，长五六尺，巨腹长颈。腹有长孔，以小铳五个轮流贮药，安入腹中放之。铳外又以木包铁箍，以防决裂。海船舷下，每边置四五个，于船舱内暗放之，他船相近，经其一弹，则船板打碎，水进船漏，以此横行海上，他国无敌。时因征海寇，通事献铳一个并火药方。此器曾于教场中试之，止可百步，海船中之利器也，守城亦可，持以征战，则无用矣……其制出于西洋番国，嘉靖年始得而传之①。

此记载说明明官员在正德十二年（1517年），于葡萄牙舰船上见到了佛郎机炮。佛郎机炮形体长大，安于两侧舷下，远比明朝的火铳先进。能否依据“时因征海寇，通事献铳一个并火药方”的记载，断定佛郎机炮是正德十二年传入的呢？不能。因为《筹海图编》成书于嘉靖四十一年（1562年）前后，因此上引记载中的“时”并不一定确指正德十二年，而是泛指“当时”或“那时”之意。何时传入？郑若曾在下文接着就作了说明：“其制出于西洋番国，嘉靖年始得而传之。”联系明军在广东新会西草湾之战中缴药的佛郎机战利品，便可知佛郎机炮是在嘉靖元年八月传入中国的。

郑若曾是明代嘉靖年间著名的兵书著述家，对当时的海防及军事技术，都有比较深入的研究，对佛郎机炮的传入经过有比较全面的了解，他没有把正德末年以前关于佛郎机炮的种种说法及零星事件，作为佛郎机炮传入的标志，而是根据顾应祥的说法，认定嘉靖（元）年是佛郎机传入的年代，这是很有见地的，此中蕴涵了他的学术见解。因为此时明朝的某些官员，不但见到了佛郎机的形制构造，而且也从被俘的葡萄牙翻译者中②，学习了佛郎机炮及其火药的制造使用之法，从而得出了他的结论。

从正德十二年明朝广东官员在珠江口外见到佛郎机炮，到嘉靖元年明军在西草湾之战中缴获20余门佛郎机炮，到嘉靖三年四月制成首批佛郎机炮，前后不过7年，可见明朝的官员对此是作出重要贡献的。

4．《万历野获编》记载的混乱

在佛郎机炮传入的年代问题上，要算明末沈德符在《万历野获编》的记载最为混乱。他一会儿在该书的“火药”篇中说：“弘治（1488—1505年）以后始有佛郎机炮，……各边遵用已久。”一会儿又在“红毛夷”篇中称：“自来中国唯重佛郎机大炮，盖正统（1436—1449年）以后始有之，为御夷第一神器。”两说不但前后不一，互相矛盾。在时间上相差数十年，而且这两个年代，都在葡萄牙人来

---

① 明·郑若曾撰：《筹海图编》卷十三《经略三·兵器·佛郎机图说》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第419页。

② 英国史学者博克塞经过考证认为，葡萄牙翻译就是1521年随卡维来华的华裔虎门人彼得罗，他们在同明廷官员接触未遂后即返回马六甲，研究火药与火炮技术。日本的火炮史研究者有马成甫认为葡萄牙翻译就是严从简在《殊阅周咨录·佛郎机》中所说的杨三或戴明。



中国之前，那时何来佛郎机使用已久之说？

5. 王守仁所说的佛郎机不能用于实战

王守仁曾在《王文成公全书》卷24的《书佛郎机遗事》中说："素林公闻宸濠之变①，即夜使人范锡为佛郎机铳，并抄火药方，手书勉余竭力讨贼。"文中所说的是一种用锡范铸的火器模型，由于记载过于简单，故很难断定它是以葡萄牙佛郎机为样品范铸的仿制品。

五、关于何儒主持仿制佛郎机炮的问题

据《东莞县志·职官表》记载，何儒是江西宁都人，在正德中开始出任白沙巡检之职。有些文献记载，说他是佛郎机的最早仿制者，但在年代和史实上又存在不少含糊不清和互相矛盾之处，需要加以辨别。

1. 正德末年仿制佛郎机之说不确

《明史·兵四》称："正德末，其国（指葡萄牙）舶至广东，白沙巡检何儒得其制，以铜为之"；《续文献通考·军器》说："正德末，广东巡检何儒招降佛郎机国番人，因得其船铳等法。"有人根据这两条记载，便认为何儒在正德末年已经仿制成佛郎机。但是，如果结合当时的时代背景，对这些记载进行全面的分析，便不难发现这些说法不过是对上述记载的一种误解。因为前一条记载是说何儒在正德末年，通过某种方式得知佛郎机的形制构造，学习了佛郎机的制造方法，为以后正式仿制佛郎机创造了条件。后一条记载只是说何儒在招降某些葡萄牙人后，向他们学习了葡萄牙舰船和佛郎机制造、使用之法，并没有在当时就仿制成佛郎机的意思。因此，仅根据这两条记载，并不能得出何儒在正德末年已经仿制成佛郎机的结论。

2. 沈德符关于何儒仿制佛郎机的年代之说有误

《明世宗实录》对何儒主持仿制佛郎机的过程有一条记载：

> 初，广东巡检何儒尝招降佛郎机国番人，因得其蜈蚣船（安有佛郎机的多桨战船）铳等法，以功升应天府上元县（今江苏南京江宁）主簿，令于操江衙门监造，以备江防②。

这是嘉靖十二年（1533年）八月，对何儒在正德末学习葡萄牙舰船、舰炮的制造和使用之法，以及他在后来奉命于南京操江衙门监造佛郎机一事的追记。文中虽未明确记载开始仿制佛郎机的年代，但却明确指出首批佛郎机的仿制是在南京操江衙门进行的。同其他文献相对照，所记史实尚属清楚，不可否认。

但是沈德符在《万历野获编·火药》中，却把《明世宗实录》中追记往事的年代，误记为开始仿制佛郎机的年代。沈文称：

> 嘉靖十二年，广东巡检何儒招降佛郎机国人，得其蜈蚣船铳法，论功升上元县主簿，令于操江衙门督造，以固江防，三年告成。

由此可见，他把何儒开始主持仿制佛郎机之事推迟了十年左右。再对照他在

---

① 宸濠之变：正德十四年，宁王朱宸濠为篡夺帝位而发动的叛乱。素林公即林见素，名俊，福建莆田人，官至兵部尚书，时致仕在家。

② 《明世宗实录》卷一五四，嘉靖十二年九月丁卯，《明实录》四十二，第3494页。



同一篇文章中“弘治（1488—1505年）以后始有佛郎机炮”的说法，更表明其说不足为据了。

3. 严从简关于何儒仿制佛郎机的说法不可信

严从简在《殊域周咨录·佛郎机》中，对何儒仿制佛郎机之事作过具体的描述：东莞县白沙巡检何儒，曾在葡萄牙舰船上见到了在船上工作很久的杨三和戴明两个中国人，他们深知造船、铸铳、配制火药之法。于是何儒对此二人晓以大义，重加赏赉，乘夜秘密接他们上岸，进行研究，仿制成佛郎机。并说当时的巡道汪铉曾使用他们仿制的佛郎机，战胜寻衅的葡萄牙人，“夺获伊铳大小二十余管”等等。此处所说杨三和戴明二人，前文已作注简略介绍过他们的情况。至于何儒劝说杨三和戴明二人上岸造铳之事，既无确切年月，又过于神秘，使人有离奇不实之感。佛郎机要比明朝火铳的构造复杂得多，形体较大，制造不易。据严从简在文中自称，他在葡萄牙舰船上见到的佛郎机，“大者千余斤，中者五百斤，小者一百五十斤。每铳一管，用提铳四把，大小量（liàng，估计的意思）铳管，以铁为主。铳弹内用铁，外用铅，大者八斤。其火药与中国异。”要仿制文中所说的三种型号的佛郎机母铳和配套的子铳，铸造铅包铁的铳弹，配制与中国不同的火药等项工程技术，没有一定数量的炮师、工匠，仅依靠少数几个人，是很难进行批量制造并提供明军作战使用的。在当时的条件下，东莞县似不能在短期内成就此事。因此，严从简关于何儒在正德末年仿制佛郎机的过程与处所的记载，同前引严文关于佛郎机传入中国年代的记载，同样是不能作为信史的。

4. 对何儒仿制首批佛郎机的考证

上述《明史》、《明世宗实录》、《续文献通考》等文献，虽然没有准确提供何儒开始仿制佛郎机的年代与地点，但却基本上提供了弄清何儒开始仿制佛郎机的重要参考资料：正德十六年（1521年），白沙巡检何儒在同葡萄牙人的接触中，学习了葡萄牙人制造佛郎机和配制新型火药的技术，并联络了个别具有这方面经验的匠师，为仿制佛郎机创造了条件，何儒因此受到提拔，被晋升为上元县主簿。其后不久，明军即于嘉靖元年（1522年）八月，在西草湾之战中缴获了20余门佛郎机，副使汪铉将其进献朝廷。一些官员，其中包括南京守备魏国公徐鹏举等，出于改善明军装备的需要，上疏朝廷，建议仿制佛郎机。徐鹏举称：

> 广东所得佛郎机法及匠作，兵部议，佛郎机铳非蜈蚣船不能架，宜并行广东取匠于南京造之……嘉靖三年四月，造佛郎机铳于南京①。

对照前引《明世宗实录》的内容，可见何儒等人似在嘉靖二年奉诏入京，带领广东工匠于规模宏大、设备齐全、制造火器与战船能力较强的南京操江衙门内仿制佛郎机。次年四月，首批佛郎机制成。史家谈迁在《国榷》中，也有“嘉靖三年四月，造佛郎机铳于南京”②。《明会典·火器》详细记载了首批制成的佛郎机：嘉靖二年，明廷军器局制成大样佛郎机“三十二副，发各边试用。管用铜铸，

① 《续文献通考》卷一三四《兵十四·军器》，《续文献通考》（三），第3996页。

② 明·谈迁撰：《国榷》卷五三，嘉靖三年四月丁巳，中华书局，1958年版，点校本《国榷》四，第3300页。以下引此书时均同此版本。



长二尺八寸五月，重二百余斤。每把另用短提铳四把，轮流入药腹内，更迭发之”。与《续文献通考》、《国榷》的记载相比，制造年代提前了一年，若从此事的全过程看，《续文献通考》和《国榷》的记载似较合理。因为从广东调炮师与工匠，经过设计制造，到成品问世，没有一两年的时间似难完成。

5.《南船纪》关于仿造佛郎机炮及蜈蚣船的记载

《南船纪》是一部专论战船建造的专著，系明嘉靖年间（1522—1566年）战船建造家沈峃（1491—1568年，详情见本篇第九章第一节四）所著。其中第一卷的“蜈蚣船”一节，记载了南京龙江造船厂建造蜈蚣船与佛郎机炮之事：

船曰蜈蚣，象形也。其制始于东南夷（指葡萄牙国），专以驾佛郎机铳。铳之大者重千斤，至小者亦百五十斤。其发之烈也，虽木石铜锡，犯无不碎，触罔不焦。其达之迅也，虽奔雷掣电，势莫之疾，神莫之追。盖岛夷之常技也，浸循流入中国，中国因用之，以驭夷狄。诸凡火攻之具炮、箭、枪、球，无以加诸，故江防是船特为，是器而备。其成造也嘉靖之四年。①

此记载所说佛郎机的仿制年代，与徐鹏举、谈迁的说法是完全一致的。

6.《龙江船厂志》关于仿造佛郎机炮及蜈蚣船的记载。

《龙江船厂志》也是一部专论战船建造的专著，刊行于明嘉靖三十二年（1553年），系战船建造家李昭祥（生卒年不详，详情见本篇第九章第一节四）所著。其中卷二“舟楫志”的“蜈蚣船”一节，记载了南京龙江造船建造蜈蚣船与佛郎机炮之事：

蜈蚣船自嘉靖四年（1525年）始，盖岛夷（指葡萄牙国）之制，用以驾佛郎机铳者也，广东按察使汪铉图其制以献。上采其议，令南京（龙江造船厂）造，以为江防之用。至（嘉靖）十三年而复罢之。夫佛郎机铳之猛烈，有益于兵家，固已试之矣。乃若是船之制，不过两旁多橹，取其行之速耳。而谓之蜈蚣者盖象形也。考之一百五十料战船两旁置橹，亦略似之而扞以厢门，义尤为备，特其首尾之制微有不同，因是而增损之，（虽）则无蜈蚣之名，而有蜈蚣之用矣。②

此记载除与《南船纪》所记蜈蚣船与佛郎机铳制造的年代相同外，还明确记载了汪铉进献蜈蚣船与佛郎机铳图式之事。至此，佛郎机铳的制造年代，可以得出明确的结论了。

第二节 对佛郎机炮的仿制与更新

明王朝的军工部门在佛郎机炮传入中国后不到两年的时间里，即进行批量仿制，其主要原因是由于东南沿海剿捕倭寇与北方长城沿线守边的需要。同时，由于佛郎机炮在形制构造上同明朝原有的铳炮相比，发生了根本性的改变，具有铳炮不可取代的许多优越性。

---

① 明·沈峃撰：《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第465页。

② 明·李昭祥撰：《龙江船厂志》卷二，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第523页。



一、佛郎机炮的优越性

佛郎机炮的优越性主要表现在下列几个方面：

首先，佛郎机炮的炮的炮体采用了母铳与子铳相配用的结构。母铳即炮筒。大型佛郎机炮的炮筒长达1.7～2米，也就是明廷刑部尚书顾应祥所说的“长颈”。明军原来装备的大型火铳以及各种将军炮、神机炮的炮筒，最长也只有1米左右，从未达到佛郎机炮筒的长度。炮筒较长的优越性在于弹丸射出炮膛后具有较高的初速度，射程较远，毁杀威力较大。子铳又称子炮，实际上是一件小型手铳，类似后来的定装式炮弹，每门母炮铳配发4～9个子铳，每个子铳都事先装填弹丸与火药，以备使用。作战时，先将一个子铳装入母铳的装弹室中，射毕后，即将空子铳退出，换装另一个子铳。由于采用轮流换装子铳的方法，因而减少了现场装填弹药的时间，提高了射速。同时还可以将射毕弹丸的子铳重新装填，以备下次发射时再用。

其二，装弹室较大。也就是顾应祥所说的“巨腹”。佛郎机炮的装弹室一般为母铳全长的1/4左右，宽度为母铳口径的2～3倍，呈肩式敞口形状，便于安放子炮。

其三，管壁较厚。佛郎机母铳的管壁较厚，能承受较大的膛压，保证了发射时的安全。

其四，安装了瞄准具。佛郎机母铳都安有照门、准星等瞄准装置，可以对远距离的目标进行瞄准射击，因而增大了射程，提高了命中精度。

其五，两侧安有炮耳。佛郎机炮的母铳后部都安有炮耳，便于将炮身安置在架座上。转动炮耳，可以调整火炮的俯仰射角，并能控制射程和提高命中精度。也有一些佛郎机母铳的下部安有一个尖长的插销，或在尾部安有导向杆和尾柄。通过插销可将炮身安于架上。控制导向杆和尾柄，可将炮身左右旋转，调整射界，扩大射击范围。

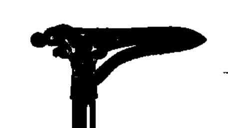
其六，较好地解决了闭气问题。由于子炮与母炮贴切相嵌，所以子炮中的火药在燃烧后所产生的气体不致外泄，保证了发射威力。

副使汪鋐将明军在广东西草湾缴获的佛郎机进献朝廷后，嘉靖皇帝和他的大臣们领略了佛郎机炮的各种优越性，便下令军器局和兵仗局进行仿制和改制。一些统兵大员和军事技术人员，也进行举一反三的研究，致使各种佛郎机炮纷纷问世，其品种之多，用途之广，都超出了当时欧洲的葡萄牙、西班牙、德意志、意大利、英国等国家制造的佛郎机，从而使封闭多年的火器制造与使用技术，也因此而呈现出新的繁荣景象。

二、对佛郎机炮的仿制及其工艺的规范

由于嘉靖皇帝与他的文武大臣们对仿制佛郎机炮的见解一致，及希望早日仿制成功以备燃眉之急的心理，所以当南京守备魏国公徐鹏举奏请制造时，嘉靖皇帝便立即予以批准。

第一批佛郎机仿制成功后，都察院右都御史汪鋐又从改善明军的装备，以及北部边关防御的战略角度出发，于嘉靖八年（1529年）十二月上疏朝廷，请求仿制威力较大的佛郎机。他说：“先在广东亲见佛郎机铳，致远克敌，屡建奇功，请



如式制造。"① 九年九月，汪铉又上奏章，详呈仿制佛郎机之利。他认为：过去北方要地甘肃、延绥、宁夏、大同、宣府各镇，虽有驻军六七万人，又有墩台城堡等防御设施，但仍不能抵御北方蒙古各部的侵扰，其主要原因是兵器不能射远。为今之计，当用所进佛郎机铳，部署于北方各堡台：

> 小如二十斤以下，远可六百步者，则用之墩台，每台一铳，以三人守之。大如七十斤以上，远可五六里者，则用之墩堡，每堡三铳，以十人守之。五里一墩，十里一堡，大小相依，远近相应，星罗棋布，无有空阙，贼将无所容足，可收不战之功②。

汪铉还进一步论述了增配佛郎机的意义：大量使用佛郎机，依托坚固墩堡进行守备，可以节省很多兵力和国家养兵的开支，是备边的佳策。汪铉的动议经工部、户部详议后，得到了朝廷的批准，并"命各边督抚诸臣，各率所属，尽心修举，勿虚应事，以致误边"。③ 此后，明朝北方各边关要隘，都修筑了城堡、墩台，配置了佛郎机，改善了防御设施。

明朝后期的军事技术家对佛郎机的仿制与使用技术，曾有不少精辟的论述，这些论述虽不见于官方文件，但在他们的著作中却有不少记载，归纳起来大致有如下几点。

其一，在仿制中发挥巧思。据顾应祥称，佛郎机虽出于西洋，但明朝工匠在仿制时"更运巧思而变化之：扩而大之，以为发𫓩，发𫓩者，乃大佛郎机也；约而精之，以为铅锡铳，铅锡铳者，乃小佛郎机也"④。由于佛郎机的仿制品有大中小多种规格，所以当时的官修文献《明会典》等，分别将它们称为大样佛郎机、中样佛郎机和小样佛郎机。一些个人专著则分别将它们区分为一、二、三、四、五号。

其二，要求铳壁必须坚厚。戚继光指出，佛郎机的母铳与子铳可用铜或铁制造，但必须坚厚牢固，才能够耐得住较高的膛压，达到经久耐用的目的⑤。

其三，要求母铳的内壁与子铳的外壁紧密贴合。只有紧密贴合，分毫不差，才能解决两者之间的"闭气"问题，使发射后的火药燃气不致外泄。同时，也只有两者紧密贴合，才能使弹丸射出有力，"若子铳口大，母铳口小，必致损伤；子铳口小，母铳腹大，（弹丸）出则无力"⑥。

其四，子铳的后尾须用闩销住，并与装弹室后部紧密贴合无缝。只有这样才能保证发射安全⑦。

---

① 《明世宗实录》卷一〇八，嘉靖八年十二月庚辰，《明世宗实录》四十一，第2551页。

② 《明世宗实录》卷一一七，嘉靖九年九月辛卯，《明实录》四十一，第2764页。文中所说大小佛郎机射程都有夸大。

③ 《明世宗实录》卷一一七，嘉靖九年九月辛卯，《明实录》四十一，第2764页。文中所说大小佛郎机射程都有夸大。

④ 《筹海图编》卷十三《经略三·兵器·佛郎机图说》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第419页。

⑤ 《练兵实纪杂集》卷五《佛郎机解》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第505页。

⑥ 《练兵实纪杂集》卷五《佛郎机解》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第505页。

⑦ 《练兵实纪杂集》卷五《佛郎机解》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第505页。



其五，用凹心铁送杆装填弹药。装填火药要用凹心铁送杆送入，必将弹丸送入口内8分，既免去以往用木马子筑实之功，又便于铅丸射出①。

其六，用“三点一线”瞄准法进行射击。戚继光对佛郎机的发射方法，有精辟的论述。他指出：发射时，“放铳之人用一目眇看后照星，孔中对前照星，前照星孔中对所打之物”②。这是我国军事技术家，对火器“三点一线”射击术的最早阐述。

三、佛郎机的种类和构造

佛郎机的种类甚多，综合文献记载和出土实物，大致有如下几种。

1. 戚继光著作中记载的佛郎机

戚继光是注重使用新型火器的将领（照片10），他所编练的戚家军装备的佛郎机最多，种类也比较齐全。他在《练兵实纪·佛郎机图》中，记载了一至六号6种尺寸的佛郎机：分别长5尺、4尺、3.5尺、3尺、2.5尺、2尺，每门都配9个子炮及全套附件。就长度而言，它们与出土各类佛郎机的长度分别相对应，因而可互为印证。

戚继光在十四卷本《纪效新书》卷十二中，采用另外的方式，记载了5种佛郎机的尺寸，除各附9个子铳及全套附件外，还列出了弹重与装药量的关系：

一号，长8~9尺，铅子16两，火药16两

二号，长6~7尺，铅子10两，火药11两

三号，长4~5尺，铅子5两，火药6两

四号，长2~3尺，铅子3两，火药3.5两

五号，长1尺，铅子3钱，火药5钱

戚继光在书中还叙述了5种佛郎机的不同用途：一、二、三号大型佛郎机用作舰炮和城堡的防御；四号中型佛郎机用作随军机动作战；五号小型佛郎机装备单兵使用。

戚继光在两部著作中提出的两个系列佛郎机的尺寸，长度从1尺至9尺，规格有十多种。但在出土实物中，并未发现母铳长于5尺的佛郎机，可能是仿制过程中，5尺以上的佛郎机所制甚少的缘故。

2. 大样佛郎机

据《明会典·火器》记载，嘉靖二年（1523年，一说三年），军器局曾用黄铜制造过32门大样佛郎机，母铳长2.85尺，重300余斤，配子铳4个。这是最早仿制的佛郎机，迄今尚未发现其出土实物，其形制构造无法详知。但从长度与重量的关系看，似为一种形体较短的火炮。

日本学者有马成甫在《火炮的起源及其流传》中，记载了一种铁制佛郎机母铳，制于万历十年（1582年），口径32毫米、全长1 310毫米，相当于《练兵实纪·佛郎机图》中所列第二号佛郎机的长度，似应为当时所说的大样佛郎机。

---

① 《纪效新书》卷十五《布城诸器图说篇第十五》，第18页，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第465页。

② 《纪效新书》卷十五《布城诸器图说篇第十五》，第19页，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第466页。

3. 中样佛郎机

《明会典·火器》中说，从嘉靖二十二年（1543 年）开始，军器局每年要将 105 门手把铜铳和碗口铳改为中样佛郎机。迄今为止，尚未发现这种改制品。不过在出土实物中，却发现了刻有“兵仗局造”、“中样佛郎机”字样的 5 件制品。

其中《火炮的起源及其流传》中，记载了中国历史博物馆收藏的码事件制于嘉靖十二年的铜体铁心子铳，铳长都是 295 毫米，口径都是 26 毫米，重量分别是 4.65 千克和 5 千克，铳身分别刻有：

胜字贰千肆百伍拾壹号铜佛郎机中样铜铳　嘉靖癸巳年兵仗局造　重玖斤肆两①

胜字贰千柒百贰拾贰号佛郎机中样铜铳　嘉靖癸巳年兵仗局造　重拾斤②

这 2 件是兵仗局同年制造的同型佛郎机。

1983 年版《文物资料丛刑》第 7 辑，刊载了嘉靖二十年制造的 2 件铜体铁心子铳。其中一件长 293 毫米、口径 27 毫米、重 4.25 千克，另一件重 4.75 千克。铳身分别刻有：

胜字陆千贰百柒拾肆号佛郎机中样铜铳　嘉靖辛丑年兵仗局造　重捌斤捌两[14]

胜字陆千肆百肆拾叁号佛郎机中样铜铳　嘉靖辛丑年兵仗局造　重玖斤捌两[14]

这 2 件也是兵仗局同年制造的同型佛郎机，而且与上述 2 件一起为兵仗局先后制造的 4 件同型佛郎机。

天津蓟县都乐寺还收藏了 1 门制于万历二年（1574 年）的铜子铳。铳身刻有：

胜字壹万柒千壹佰拾肆号佛郎机中样铜铳　万历贰年　兵仗局造③

这 5 件中样佛郎机子铳铳身所刻铭文的内容比较规范一致，包括编号、铳型、制造年份、制造单位和重量等五部分。他们的口径相差为 1 毫米，长度相差 2 毫米，重量相差 0.37 千克。说明它们是按统一规格制造而且是精度很高的制品。铭文中的编号表明，至万历二年，兵仗局已制成胜字号中样佛郎机 17 114 件之多，补充了文献对这类佛郎机记载的遗漏。

4. 小样佛郎机

有关小样佛郎机的资料有两类：一类是《明会典·火器》所记载的军器局制于嘉靖七年的 4 000 门，制于嘉靖八年的 300 门，其重量较轻，迄今未见出土实物，形制构造不详。另一类是出土实物，其制品曾在 1984 年于河北省抚宁县城子峪段长城的敌楼内被发现，有 3 件母铳和 24 件随带的子铳（照片 11），可以组配成 3 套完整的小样佛郎机子母铳④。每套有 1 件母铳、8 件子铳。母铳各重 4 千克、口径 22 毫米、长 630 毫米，相当于《练兵实纪·佛郎机图》中所列第六号小样佛郎机的长度，由前膛、装弹室和尾部构成，尾部中空，可安插木柄，铳身附有钢

① 见本编参考文献［7］，第 201 页“中一”。

② 见本编参考文献［7］，第 201 页“中二”。

③ 见本编参考文献［7］，第 201 页“中五”。

④ 见本编参考文献［7］，第 201 页。



环，可用背、扛、提等方式携带。子铳各重0.8千克、口径16毫米、长155毫米，相当于母铳长度的1/4，由前膛、药室和尾部构成，可嵌入母铳的装弹室中，进行轮流发射。3件母铳的表面分别刻有：

胜字一千一百四十八号

胜字三千二百五十八号

胜字四千二百五十九号

此外铳身表面还有相同的刻字：

嘉靖二十四年造

隆庆四年京运

子铳也都刻有“胜字一千二百三十号”等各种不同的编号。这些铭文表明它们是在同一年按统一设计标准制造后，于隆庆四年（1570年）调运城子峪段长城，供守城士兵使用的小样佛郎机。这3套出土实物说明《明会典》对嘉靖八年（1529年）后制造的小样佛郎机并未记载，可见实际制造的小样佛郎机，要远远超过文献记载的数量。

5. 马上佛郎机

有关马上佛郎机的资料也有两类：一类是《明会典·火器》所记载的军器局制于嘉靖二十三年（1544年）的1 000门佛郎机，制于嘉靖四十三年的100门佛郎机，迄今未见出土实物，形制构造不详。另一类是出土实物，其中有1件是马上佛郎机母铳，铳身有铭文“嘉靖甲辰年兵仗局”等字，说明它是嘉靖二十三年兵仗局的制品，《明会典·火器》中没有记载，这或者是漏记，或者是兵仗局另外接受的制造任务。铳身的编号为“七千八百六十一号”。若按此编号计算，嘉靖二十三年制造的马上佛郎机，要比《明会典》的记载多6 861门以上。此铳于1970年11月在北京西四出土，其形制构造与小样佛郎机的母铳相似，铳身重4.9千克、口径30毫米、长740毫米，与《练兵实纪·佛郎机图》中所列的第五或第六号小型佛郎机的长度相近①。由于铳身小而轻，故便于骑兵使用。

1984年5月，北京延庆县永宁段古长城遗址附近，也发现了2件马上佛郎机子铳，其形制构造与小样佛郎机的子铳相似。铳身分别刻有：

马上佛郎机铳　二千四百四十号　嘉靖庚子年兵仗局造　一斤十四两②

马上佛郎机铳　二千五百五十七号　嘉靖庚子年兵仗局造　一斤十二两③

这些刻字表明它们是在同一年按统一设计，在兵仗局制造的产品。它们的长度为154毫米、口径28毫米、重量分别为0.81和0.87千克。按此尺寸、重量，可与上述嘉靖二十三年制造的佛郎机母铳配套使用。

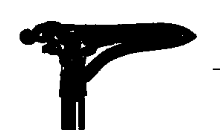
6. 佛郎机式流星炮

据《明会典·火器》记载，兵仗局曾在嘉靖七年（1528年）用黄铜铸造了160副流星炮，发各边试验。“式如佛郎机，每副炮三节，共重五十九斤一十四

① 见本编参考文献［7］，第202页。

② 见本编参考文献［7］，第202页。

③ 见本编参考文献［7］第202页。



两”。近年来在出土实物中，铳身刻有“流星炮”和“流星炮筒”字样的有5件。

其中，中国人民革命军事博物馆收藏的两件制于嘉靖九年的佛郎机流星炮铜子铳[15]，以及首都博物馆收藏的1件同类铜子铳①，它们的长度分别为295毫米、290毫米、300毫米、口径分别为27毫米、26毫米、25毫米、重量分别为3.5千克、3.5千克、3.63千克，铳身分别刻有：

胜字捌佰拾捌号流星炮　嘉靖庚寅年造

胜字捌佰贰拾贰号流星炮　嘉靖庚寅年造

嘉靖庚寅年造　流星炮　重柒斤肆两

这3件流星炮的铜子炮，长度、口径与重量相差无几，前两件的编号只相差4号，说明它们是同一制造单位制造的同型子炮。

首都博物馆收藏了2件制于嘉靖十年（1531年）的佛郎机流星炮铜母铳，铳身分别刻有：

胜字捌佰伍拾玖号　流星炮筒　嘉靖辛卯年兵仗局造②

胜字壹千贰拾壹号　流星炮筒　嘉靖辛卯年兵仗局造③

前一件没有实测数据，后一件长1 200毫米、口径14毫米，系一种形体较长的母铳，是兵仗局于同年制造的同型佛郎机流星炮筒。与《练兵实纪·佛郎机图》所列第3号佛郎机相近。

7. 百出先锋炮

这是翁万达依据佛郎机的构造原理和明初神枪的特点，于嘉靖二十五年创制成的一种军用枪。枪身长1～1.3米，配子铳10个，预先装填好弹药。作战时，将子铳从枪口装入管中。射毕后，将子铳壳倒出，而后再装填第二个子铳，连发连装，提高了射速。此枪在母铳与子铳之间，用扣笋扣住，使枪身倒提或向下射击时，子铳不致滑落。枪口可安长20厘米的戈形叉锋，当子铳射完时，可用以刺敌。由于枪身不长，步骑兵都可使用④。

8. 万胜佛郎机

与翁万达创制的百出佛郎机相类似，母铳长0.5米，配子铳3个，每个子铳内装填3钱火药及3钱重的弹丸一枚，可依次连装连射，并有扣笋防止子铳滑落，射程可达300米⑤。

9. 连珠佛郎机

据《明会典·火器》记载，这是明廷于嘉靖二十三年（1544年）批准山西三关制造的一种双管枪，管用熟铁制造，合用一柄。每管装子铳一个，可连续发射⑥。

10. 无敌大将军

这是用旧式将军炮改制而成的一种重型佛郎机炮。据戚继光在《练兵实纪杂

① 见本编参考文献［7］，第202页。
② 见本编参考文献［7］，第202页。
③ 见本编参考文献［7］，第202页。
④ 见本编参考文献［7］，第203页。
⑤ 见本编参考文献［7］，第203页。
⑥ 见本编参考文献［7］，第203页。



集·无敌大将军解》中称：旧式将军炮体重500余千克，身长难移，非数十人不能移动，而且不便于装填弹药和发射。因此，将其改制成便于机动的车载式重型佛郎机，每门配子铳3个。使用时，用炮身下垫木块的多少调整俯仰角，将子铳对准目标射出。射毕后，由一名炮手取出空子铳，换装一枚，“一发五百子，击宽二十余丈，可以洞众”。这种车载式重型佛郎机，连同全部附件，重约525千克，需用一辆大车载运，进行机动作战。

11．铜发贡

又作铜发熕（贡）①。最早刊载于《筹海图编·铜发贡》中，其形制构造虽与佛郎机不同，但都是嘉靖时期传入的外来火器，在书中与佛郎机相列。铜发贡的形体粗大，重250余千克，药室鼓起，装药较多，用火绳点火，发射2千克重的铅制球形弹丸，能洞穿厚墙，是威力较大的攻城炮。在戚继光所编水兵营的大型福船上装备的大发贡，也当是这类火炮。该书的记载还说这种火炮所发射的石弹：

> 如小斗大，石之所击，触者无能留存。墙遇之即透，屋遇之即摧，树遇之即折，人畜遇之即成血漕，山遇之即深入几尺。不但石（弹）不可犯而已，凡石（弹）所击之物转相持击，物亦无不毁者，甚至人之肢体血肉被石（弹）溅去亦伤坏。又不但石子利（历）害而已，火药一蒸之后，其气能毒杀乎人，其风能煽杀乎人，其声能震杀乎人②。

在这一段记载中，对铜发贡的威力虽多有夸大之处，但却说明大型铜发贡不但能以其所发射的大石弹产生击杀和摧毁作用，而且还能以火药燃气毒杀敌军人马，以强烈的“炮风”煽杀敌军人马，以巨大的声响震杀敌军人马。文中所说的“炮风”，实际上是由大量装药在瞬时燃烧后产生的冲击波。郑若曾虽然还没有能揭示其本质，但却是继“扬州炮祸”之后，又一部描述冲击波所产生杀伤现象的著作。由于铜发贡在发射后产生的后坐力大，并有火药燃气后泄的危险，所以要事前挖一个土坑，消弭其后坐力，并使火药燃气上冲，以保护射手的安全。

四、佛郎机的装备概况

上述文献记载和部分出土、传世的大中小各型佛郎机，以及铜发贡，是嘉靖年间的火器研制者，在初步吸收外来火器之优长，并融合中国传统火器的特点后，同军器局、兵仗局的匠师和工匠共同制成的，它们适应各种作战样式的需要，成为明代后期装备城防兵、战车兵、水兵、步骑兵的主要轻重型火炮与单兵枪，其装备的数额大致如下：

1．城防兵装备的佛郎机

明代后期的城防兵包括长城沿线及内地城郭的驻军，他们各按明廷的规制装备佛郎机。

长城沿线的驻军，主要是根据嘉靖八年（1529年）及九年汪鋐的建议装备佛

---

① 熕：各种中文字典和词典都未收此字。在日文本火器史书中，常把火炮写作“火熕”。根据中日两国火器史家都常用“熕”字代替“炮”字的习惯可知，此字似为明代人对英文的枪字“gun”的读音而创造的一个汉字，其意与炮同。《筹海图编》写作贡。

② 《筹海图编》卷十三《经略三·兵器·铜发贡》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第417页。



郎机的。其中戚继光驻守的蓟镇段约 1 000 千米的长城，至隆庆五年（1571 年）已建成 1 337 座空心敌台（一说 1 489 座），按每台装备 8 门计算，共装备 11 912 门，远远超过了汪鋐建议的装备数额。其余辽东、宣府、大同、山西、延绥、宁夏、固原、甘肃等八镇约 5 500 千米的长城驻军，按汪鋐每五里一墩装备 1 门，每十里一堡装备 3 门的数额计算，每 5 千米需装备 5 门，5 000 千米至少也装备了 5 000门。若再加上长城沿线 160 多座重要的关、城、口、堡，如山海关、喜峰口、宣化城、张家口、古北口、居庸关、大同城、武威城、镇边堡、嘉峪关等驻军装备的佛郎机，总计长城沿线驻军装备的佛郎机至少在 20 000 门以上。

内地重要城郭驻军装备的佛郎机虽难以确切统计，但其数额也相当可观。如至嘉靖三十九年，辽东的辽阳、广宁、义州、宁远、沈阳、锦州、铁岭、开原等 14 座城池，已装备 1 463 门；隆庆元年，北京的广渠、东便、朝阳、东直、安定、德胜等六门驻军，已装备 120 门；崇祯十年（1637 年），蓬莱县的四门驻军也装备了 19 门；再加上其他城池驻军装备的佛郎机，则内地城池驻军装备佛郎机的总数，至少也在 2 000 门以上。由此可见，明代后期用于城防的佛郎机总数至少有 22 000门。

2．战车兵装备的佛郎机

战车兵是嘉靖年至隆庆年间兴起的新兵种，仅嘉靖三十九年至隆庆三年的十年间，明廷先后编制了 25 个战车营，并按战车的不同型号规格编制不同数额的战车兵，装备不同数额的佛郎机。每个战车营装备的战车少则 120 辆，多则 216 辆，平均 160 辆，共约 4 000 辆，按每辆装备 2 门计算，明代后期战车兵装备的佛郎机至少也在 8 000 门以上。

3．水军装备的佛郎机

明代后期的水军编制装备，在嘉靖年间发生了重大的变革，其中尤以戚继光在东南沿海抗倭时编练的水兵营最为突出。这种水兵营装备了大中小 10 艘战船，各船分别编制不同数额的水兵，装备不同数额的佛郎机。按当时规定，每营装备 40 门佛郎机。戚继光所编 4 个水兵营共装备 160 门。此外，谭纶、俞大猷等抗倭名将也大力整修与建造战船上千艘，并改善了战船的武器装备，它们虽不如戚继光水兵营的编制装备整齐划一，但也装备了一部分佛郎机，若按每船 1 门计算，总数也在千门以上。由此可见，明代后期战船上装备的佛郎机也有 1 200 门左右。

4．步骑兵装备的佛郎机

步骑兵装备的佛郎机有小样佛郎机、马上佛郎机、百出先锋炮、万胜佛郎机、连珠佛郎机等，它们虽然不久就被各种鸟枪所取代，但是其数量也有数万支。据《明会典·火器》的记载及各地的出土与传世实物可知，当时小样佛郎机与马上佛郎机的可统计数已分别达到 8 559 支与 8 961 支。由此可见，明代后期步骑兵装备的小型佛郎机至少也在 20 000 支以上。

按以上各兵种装备的佛郎机数进行概略的统计，至少已有 51 200 门（支）。迄今为止，尚无任何文献资料能够证明，葡萄牙、西班牙等欧洲国家制造和使用过数量如此众多、用途如此广泛的佛郎机。这些佛郎机是欧洲火器技术为中华所用的先例，反映了我们的祖先当时制造和发展佛郎机的概况。它们同稍后传入和仿



制的鸟枪、西洋大炮（明代称红夷炮，清代称红衣炮）一起，成为这一时期火器制造与使用技术发生跃变，以及引起军事变革的重要因素，在我国军事技术史上具有重要的意义。

第三节　火绳枪的传入与发展

火绳枪是用火绳点燃发射的单兵管形射击火器，是16世纪后期至19世纪中期，我国明清两代军队的基本装备之一，因其能射中在天之鸟而被称为鸟铳或鸟枪，也有人因为它安装的弯形枪托形似鸟喙而称其为鸟咀铳。火绳枪的名称虽有不同，但它们的基本构造和发射方式是一致的。

一、鸟枪的来历

鸟枪的来历，自明朝后期起，在兵书和史书中就有三种说法：其一是“鸟铳由我国自创说”；其二是“鸟铳从日本传入说”；其三是“鸟铳自西洋直接传入说”。三说虽都言之有据，但并非都能成立。

1. 鸟铳由我国自创说

此说的代表人物是明代的王圻，他认为鸟铳并非“传自番舶”，而是“中国所固有者”，并声称他的看法是来自参将戚继光的①。但戚氏本人在《练兵实纪杂集·鸟铳解》中则说：

> 此器中国原无，传之倭寇，始得之。

可见王圻所说并非事实。就在王圻所辑的同一本书中，又引用右都御史唐顺之的话说：“唐顺之疏曰：国初止有神机火枪一种，而佛郎机、子母炮、快枪、鸟铳皆后出。”可见王圻对鸟铳的来历并无定论。认为鸟铳不是军器局和兵仗局制造的说法还有不少，如何汝宾在《兵录·鸟铳》中说：“中国原无此器，传之倭夷始得之。”② 副总兵茅元仪在《武备志·鸟咀铳》中称：“此器中国原无，传之倭夷始得之。”③ 这几种说法都认为鸟铳乃抗倭战争中缴获之物，而戚继光在自己著作中对鸟铳自制说的否定，当可确信无疑。

2. 鸟铳从日本传入说

上文戚继光、何汝宾、茅元仪等人之言，都已说明鸟铳是明军在抗倭战争中始得而传之。那么，日本是在哪一年怎样制成火绳枪的呢？据日本火器史学家们的研究，日本人最初是从中国传入的火器中知道火器知识的，而后又在中国明初火铳与欧洲火绳枪的影响下，制成了日本最早的火绳枪——种子鸟铳。其间经历了三个阶段。

第一阶段，即前文所说，自元至元十一年（日本文永十一年，1274年）至十八年日、蒙（元）战争时期。日军从作战中见到了蒙（元）军使用的铁火砲，从此知道了世界上已经有了一种新式兵器——火器。这是日本初知火器的阶段。

---

① 《续文献通考》卷一三四《兵十四·军器》，《续文献通考》（二），第3999页。

② 《续文献通考》卷一三四《兵十四·军器》，《续文献通考》（二），第3997页。

③ 《武备志》卷一二四《军资乘·铳一·鸟咀铳》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1038页。

第二阶段，是明中期火铳（日本人称为原始手铳）传至日本时期。日本火器史学家大多以下列日本史料作为这种传入的例证。

（日本）文安三年（明正统十一年，1446 年），（日本人）行誉在《壒囊抄》卷 1《铁砲事》条中，有使用铁砲与纸砲的记载，并称此铁砲与元军铁砲相同。

《荫凉轩日录》（《大日本佛教全书》本第五册第 670 页）记载：日本文正元年（明成化二年，1466 年），有“琉球国官入参，而廷上消三拜退出，忽献方物也。退出之时，于总门之外边，放‘铁放’（即铁枪）一两声，人皆听而惊颠也。”

《碧山日录》卷 5（《改定史籍集览》第 25 册第 340 页）记载：“日本应仁二年（明成化四年，1468 年）十一月六日的记事称，赞州守城之营，为城下之固，筑起城墙、地楼、飞砲、火枪（等）战攻之具所至悉备焉。”（洞富雄据此认为此中的火枪，当与明永乐年间（1403—1424 年）明军所使用的神机火枪（火铳）相类似，是日本人使用火铳的最早记载，是中国明手铳直接或间接传入日本的证据。）

据《北条五代记》（《史籍集览》本卷 9 上 11 丁）记载：日本永正七年（明正德五年，1510 年），中国的枪（火铳）传入堺市，又传到关东一带。

据《甲阳军舰》记载：日本大永五年（明嘉靖四年，1525 年），中国的枪传到了武田家①。

第三阶段，是日本天文元年（明嘉靖十一年，1532 年）后欧洲火绳枪的传入时期。日本火器史学家认为，这一时期日本同欧洲交往频繁，尤其是同葡萄牙的来往更多。据日本《南浦文集·铁砲记》记载：日本天文十二年（明嘉靖二十三年，1544 年）八月二十五日，有一艘葡萄牙大船来到种子岛。船上的葡萄牙人带来了一种火枪，岛上人从来没有见过。此枪长二三尺，中通外直，底部有塞，其旁有一穴，为通火之路，入妙药于其中，再添以小团铅，而后立靶于岸畔，由射手进行瞄准射击。在进行试射时，“其发也，如掣电之光，其鸣也，如惊雷之轰，闻者莫不掩其耳矣……”② 日本人见其威力大，便请船上人传授该枪的制造和使用之法，并买了 2 支，作为仿制的样品，同时派人向葡萄牙人学习制药之法。这是葡萄牙火绳枪传入日本的开始③。

日本天文十三年，江州的国友锻冶组织了高明的工匠，仿制成适合日军使用的火绳枪，并制成了闭锁螺栓，较好地解决了枪尾的闭气问题，提高了火绳枪的威力，较葡萄牙人制造的火绳枪更为先进，被称为“种子岛铳”。④ 不久，国友锻冶进行批量生产，售出数百支成品，有些海盗及走私商人等乘机购买，持为劫掠凶器，我国闽浙沿海多受其害。嘉靖二十七年（1548 年），明军在剿捕劫掠我国沿海双屿的倭寇时，缴获了这种火绳枪。由于当时明朝政府和人民称这些海盗和走

① 以上所引史料见本编参考文献［16］，第 21、22、31、32 页。
② 见本编参考文献［15］，第 498～503 页。
③ 见本编参考文献［15］，第 498～503 页。
④ 见本编参考文献［15］，第 498～503 页。



私商人为倭寇，所以就把这种火绳枪称作倭铳。可见鸟铳传自日本是可信之说。

3. 鸟铳自西洋直接传入说

明代后期兵书持此说者不少。如嘉靖时期的游击将军何良臣在《阵纪·技用》中说："鸟铳出自外夷（一说南夷），今作中华长技。"①《筹海图编·鸟咀铳》记载：

鸟铳之制，自西番流入中国，其来远矣，然造者未尽其妙。嘉靖二十七年，都御史朱纨，遣都指挥卢镗，破双屿，获番酋善铳者，命义士马宪制器，李槐制药，因得其（真）传而造作，比西番尤为精绝云②。

这些记载都没有说鸟铳得自倭寇，而是得自外夷、南夷、西番、番酋善铳者等等。倭寇是嘉靖年间对劫掠我国沿海的日本海盗和走私商人的专称，所以外夷、南夷、西番、西番善铳者显然都是欧洲人，而在当时主要是指来华的葡萄牙人。因为当时的明朝人对葡萄牙的地理位置不很清楚，所以有这类称呼。如《天下郡国利病书》说："佛郎机国在爪哇南，古无可考。"又有人认为它在马六甲西南，所以称其为"南夷"、"西夷"，以表示这些人是来自西南大洋的化外之邦。

《筹海图编·鸟咀铳》所说欧洲火绳枪的传入有两次：第一次是嘉靖元年明军在广东新会西草湾之战中，从缴获的2艘葡萄牙舰船中得到的火绳枪，所以它说是得自西番，其来远矣。但是，那时葡萄牙人所用的火绳枪，大抵还是初创时期的制品，所以书中说"造者未尽其妙"。事后也未得到明王朝军事当局的重视。第二次是明军在嘉靖二十七年破双屿时缴获的火绳枪，性能有较大的改善，而且还俘虏了善于造枪的工匠。明王朝军事当局即派工匠向"番酋善铳者"学习，学习后因得其（真）传而造作，并有所改进和提高，其制品"比西番（制的）尤为精绝"。据该书称，这种鸟铳是义士马宪制作的。由此可见，明军在破双屿之战中，同时缴获了日本和葡萄牙人使用的火绳枪。但当时葡萄牙人使用的火绳枪，不如经过改制的日本种子鸟铳，所以何良臣在《阵纪·技用》中说：

鸟铳出自外夷……但不敢连发五、七铳，恐内热起火，且虑其破（即膛炸），唯倭铳不妨③。

由于倭铳优于夷铳，所以明廷军事当局以仿制日本式火绳枪为主，于是有鸟铳得自倭人之说。这就是欧洲火绳枪传入之事不为人重视的原因。

据《筹海图编》称：明廷军工部门仿制的首批鸟铳是由义士马宪主持进行的，其性能比西番的火绳枪更好，可能是在改进西番与日本火绳枪的基础上制成的新式火绳枪。义士马宪是何许人？他制作的是一种什么样的火绳枪？书中没有说明。但是右都御史唐顺之大致在与《筹海图编》同期写成的《武编·火器》中，记载了由"匠头义士马十四所制"鸟铳的形制构造及各部件的概况。每支鸟铳用福建冶炼的10千克精铁制成，制作的工艺程序比较完整、规范，主要有炼制鸟铳坯，对鸟铳坯进行热处理，将鸟铳坯钻成鸟铳管，对鸟铳管进行锉磨，镶置照星，钻通并锉磨火门，配制搠杖（推送弹药和清理铳膛用），制作木柄枪托，安装铜质铰

① 明·何良臣撰：《阵纪》卷二《技用》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第557页。

② 《筹海图编》卷十三《经略三·兵器·鸟咀铳》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第421页。

③ 明·何良臣撰：《阵纪》卷二《技用》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第557页。



链，在鸟铳底部配装活动的螺丝钉栓，制作通条，合拢、安装枪体，对枪体进行锉磨、修饰等①。经过这些工艺程序后，完整的鸟铳便告制成。上述各部件的加工工艺虽是初步的，但它为此后鸟铳制作工艺的规范化及批量制造奠定了基础。迄今为止，虽然还没有足够的文献说明《武编》中记载的“鸟铳匠头义士马十四”，是否就是《筹海图编》中所说的“义士马宪”，但是他们同被称作献铳的“义士”，又都姓马，而且在同一时期作了同一件事。据此，他们很可能是同一个人。

二、火绳枪的优越性

火绳枪同明军使用的手铳相比，在形制构造上有较大的改进，在性能上有较多的优越性。

首先，在发火机制上有新的突破。明代前期的手铳在发射时，射手须一手持铳，一手持点燃的火线对准火门，点着药室内的火药将弹丸射出。明火铳的这种点火方式传入欧洲后，曾用于手持枪的点火。欧洲火器研制者经过研究后，创制了用火绳点火的发射装置，在15世纪后期开始推广运用。火绳枪发射装置的主要构件是枪机。最初的枪机是一种简单的金属弯钩，其一端固连在枪身上，另一端是一个夹钳火绳的机头。这种机头，在欧洲制成蛇头或狗头形，称蛇头枪机或狗头枪机，明代将其改为龙头形，故又简称为“龙头”。火绳枪在发射时，先将机头夹钳的慢燃火绳点着，使其成为火源。然后扣动扳机，使龙头绕固连之点按顺时针方向下旋，火绳头便落入药室中将火药点燃，射出弹丸。由于火绳经过硝酸钾浸泡，所以可以连续使用而不致熄灭。又由于有了扳机，所以只要扣动扳机，便可连续点火发射，因而提高了射速，增强了杀伤威力。

其二，安装了瞄准装置。火绳枪在枪管的前端有准星，后部设有照门，构成了瞄准装置。这是照门、准星和目标三点一线射击学原理的又一次运用。由于明代前期的火铳没有瞄准装置，所以射程较近。有了瞄准装置后，火绳枪便能对较远距离的目标进行瞄准射击，因而增加了射程，提高了命中精度，增强了杀伤威力。

其三，设计了弯形枪托。有了这种弯形枪托，射手便可将脸部一侧贴近枪托，以一目瞄视准星，用左手托枪，以右手扣动扳机，进行发射。

其四，枪管比较细长。火绳枪枪管的长度与口径之比，大约在50～70倍之间，比明代前期火铳的相应比值大得多。枪管细长的优越性，在于能使火药在枪膛内充分燃烧，产生较大的推力，使弹丸出膛后具有较大的初速，可射击远距离的目标。

三、兵仗局对火绳枪的仿制及其工艺

据《明会典·火器》的记载，兵仗局在嘉靖三十七年（1558年）仿制了第一批火绳枪，共有10 000支，火绳枪由枪管、瞄准装置、扳机、销钉、弯形枪托构成。

明朝后期的军事技术家对鸟铳的制造与使用技术，也有不少精辟的论述，这些论述虽不见于官方文件，但在他们的著作《筹海图编》、《纪效新书》、《登坛必究》、《兵录》、《武备志》中，却有不少记载，归纳起来大致有如下几点。

其一，选炼精铁制作鸟铳管。鸟铳管是鸟铳的主要组成部分，其材料优劣以

---

① 《武编》前集卷五《火器》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第319～320页。

及制造工艺的精细，是鸟铳质量好坏的关键。鸟铳管须用精铁制作，据《筹海图编·鸟咀铳》记载，此种精铁，是按10斤炼铁冶炼成1斤精铁的比例炼成的。《武备志·军资乘·火器图说三》说是按三四十斤（粗）铁炼成七八斤精铁，只有用这样的精铁制成的鸟铳管才能坚固耐用，不会在射击时发生炸裂。

其二，钻铳工艺必须精细。鸟铳管的制作方法是，先用精铁卷成一大一小的两根铁管，以大包小，使两者紧密贴实，而后用钢钻钻成内壁光滑平直的铳管。钻铳工艺很精细，每天每人只能钻进1寸左右，大致一个月钻成1支。如果所用铁皮不符合要求，铳膛内没有钻光或粗细不等，那么弹丸就会放不到底，厚窄处卡得弹丸不能通过，薄宽处耐不得膛压，一射即炸，有碍发射安全。

其三，精确安放准星、照门。铳管制成后，再于前端安上准星，尾部设置照门，前后要对准，构成端正无斜的瞄准装置。

其四，刻制阴螺旋线。鸟铳管制成后，须在尾部内壁刻制阴螺旋线，以便将阳螺丝钉旋入旋出，旋入时起闭气作用，旋出后便于清刷内壁。管尾外部修整成正八边形横截面，其后部备有药室，开有火门，门外有盖，以便保持药室内火药处于干燥洁净的待发状态。

其五，配安铳床。完整鸟铳管制成后，安于致密坚硬的铳床上。铳床刻成凹槽形，使铳管贴合嵌入，前端伸出床外约2寸。铳床后部连接约7寸长的弯形枪托（即铳托），成为手柄。

其六，装配零件和附件。枪托上安有龙头形扳机和拨轨。扳机与药室一起构成发火装置，其点火发射方式与欧洲的火绳枪相似。铳床的侧背安插一根搠杖，供装填弹药和清理铳管内壁之用。

其七，试射和验收。鸟铳制成后，须在靶场上试射三次以上，若不发生故障和炸裂事故，才可作为合格制品，交付军队使用。《筹海图编·鸟咀铳》刊载了鸟咀铳（即鸟铳）的全图及各部件图（图2-5-4），从中可以看出当年鸟铳构造全貌。

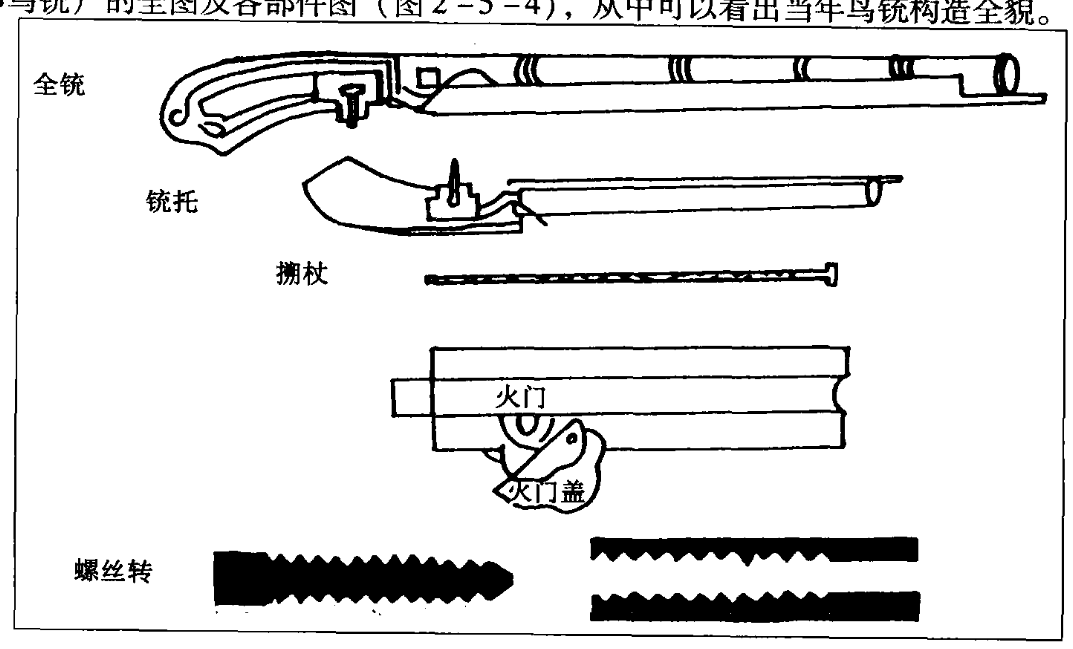


图2-5-4　鸟咀铳及其分解图



四、出土的鸟铳实物

明朝后期出土和传世的鸟铳实物甚少。1978 年 10 月，辽阳城南的兰家堡子村后出土了一批明代制造的火器，内有一长二短的 3 支鸟铳管。长管口径 14 毫米、长 870 毫米，长度为口径的 62 倍，比例比较适中。铳管前有准星，后有照门，后端右侧有一个半圆式药室，内有一孔为火门。木质的铳床与手柄已不存在，若按弯曲形手柄为 7 寸，铳床比铳管短 2 寸计算，则铳床加手柄之长为 1 035 毫米，全长约 1 701 毫米（图 2－5－5），制造工艺尚可[14]。若按《明会典・火器》记载，此铳当是嘉靖三十七年（1558 年）以后的制品。

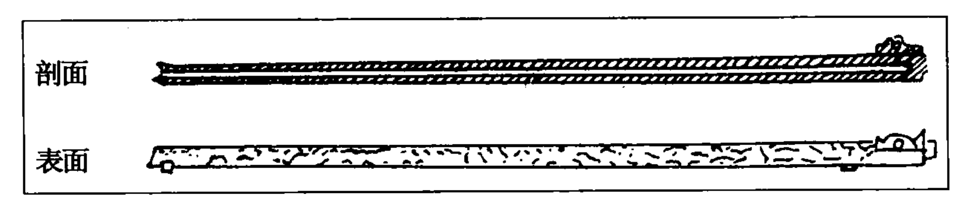


图 2－5－5　出土的鸟铳管（采自《文物资料丛刊》1983 年第 7 期）

明朝仿制和改制的火绳枪，有单管与多管两大类，各有多种制品，其中尤以火器研制家赵士桢创制的最多。

五、单管火绳枪的种类和构造

单管火绳枪主要有下列制品：

1．子母铳

子母铳又称子母炮，是采用母铳与子铳结构式的单兵射击火器，大致在嘉靖四十年（1561 年）装备明军使用。何良臣在《阵纪・技用》中提到了子母铳。说它：

妙在悚虏之马，惊虏之营，乱虏之伍，夺虏之气。

由于子母铳的形体大小和战斗作用与鸟铳相似，所以何汝宾在《兵录・子母铳》中称其为子母鸟铳，并说子母铳的母铳管、口径大小、龙头形扳机、铳床等主要构件，以及装药用的锡鳖、装发药用的药筒、皮带等附件，大致都与鸟铳的同类构件和附件相同。

按照何汝宾的说法，子母鸟铳是因为鸟铳的铳管较长，装药较慢的缺点而创制的。它采用佛郎机的构造方式，在母铳后部开一铁槽，以便装填子铳。每支母铳配 4 支子铳，子铳长 7 寸，重 1 斤，上安一个小铁牌作挲用。铁牌上开一个小孔，以对照母铳前端的准星，孔的大小与母铳的照门相配称。子铳口与母铳槽必须紧密，以防发射时火药的烟气后泄，冲熏射手的面部。母铳口端除准星外，还装附短剑一把，剑锋长 1.3 尺，剑柄长 5 寸，口开曲眼，当短剑安插在管端后部时，准星正对曲眼，稍作旋转，即可装入木函内。发射时，以 4 支子铳轮流装填，即使发射百发，母铳也不会爆裂。如作战时药弹告尽，便可插上剑锋，同敌短兵相搏。由于子母铳具有上述各种长处，所以它的战斗作用便远远超出鸟铳，不但能够射远，而且能够近战。从单兵枪支的历史发展过程可知，子母铳乃是我国安装制式枪刺的单兵枪的开端（图 2－5－6）。



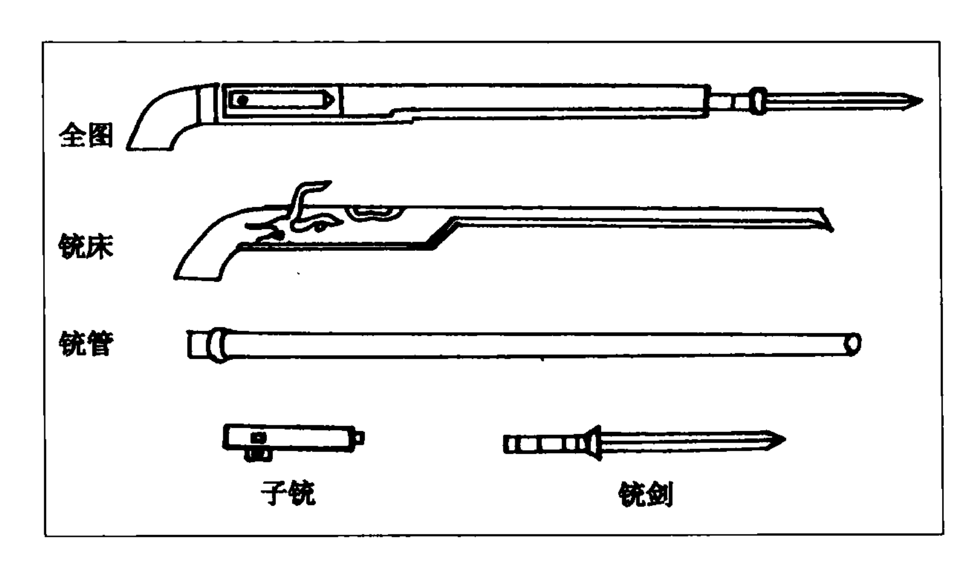


图2-5-6 子母鸟铳及其分解图

2. 大追风枪

明代后期创造的一种铁制火绳枪。枪管长4.4尺、重18斤，枪管后部为药室，药室壁开有火门，可通火绳。药室后另有5寸装入木柄，木柄长1.9尺。枪身前部用一个三足铁架支于地上，用以安枪发射。因枪身较重，每枪用2人操持，一人托枪瞄准，一人用火绳点火，射程可达200步。若围攻敌营时，可在其四面各安数十支，与地雷连炮、迅雷炮、三捷神机、五雷神机等各种火器配合使用。或先以大追风枪实施猛烈射击，给敌以先声夺人之气，或在其他火器之后射击敌人。待敌溃退时，可用此枪实施追击射击。此枪的药室可装火药6钱，配6.5钱的铅丸1枚（图2-5-7）。

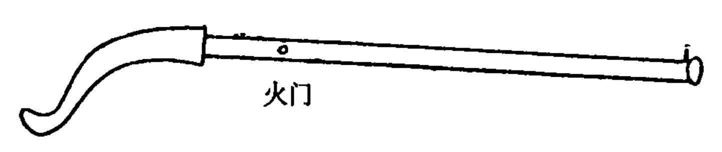


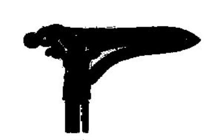
图2-5-7 大追风枪

除上述火绳枪外，尚有嘉靖至万历年间火器研制家赵士桢创制的各种火绳枪。

3. 噜密铳

噜密铳是从土耳其传入我国的一种火绳枪，赵士桢在万历二十五年（1597年）见到后，即进行仿制，并于次年向朝廷进献了成品（图2-5-8）。噜密铳重6~9斤，长6~7尺，铳尾有钢制刀刃，在近战时可作斩马刀使用。在形制构造上，噜密铳与前面所说的鸟铳虽然大致相似，但也有不少特殊之处。噜密铳的扳机和机轨分别用铜和钢片制成，其厚如铜钱一般。龙头式机头与机轨都安于枪把上，使枪机能够扳之则落，射毕自行弹起，具有良好的机械回弹性。噜密铳的附件有装发射药的火药罐，装发火药的发药罐，及点火用的4根慢燃火绳。

噜密铳的铳管用精炼的钢片卷成，由大小两管贴切套合。套合前，先搓去粗痕，使内外层贴合无间，而后将铳管前后口门作“十”字分中，吊准悬线，插在钻架上，由两人对钻。所用钢钻长1~3尺不等，须备5~6根。钻时先钻上口，钻至筒管的中部后翻钻过来，再从另一头钻，直至钻通为止。钻通后，将筒尾内一段旋成阴螺旋壁，将制成的方头阳螺钉旋上。最后则依次制好药室，安好准星和照门，装上枪托等配件，经过试射合格后才能交付使用（图2-5-9）。



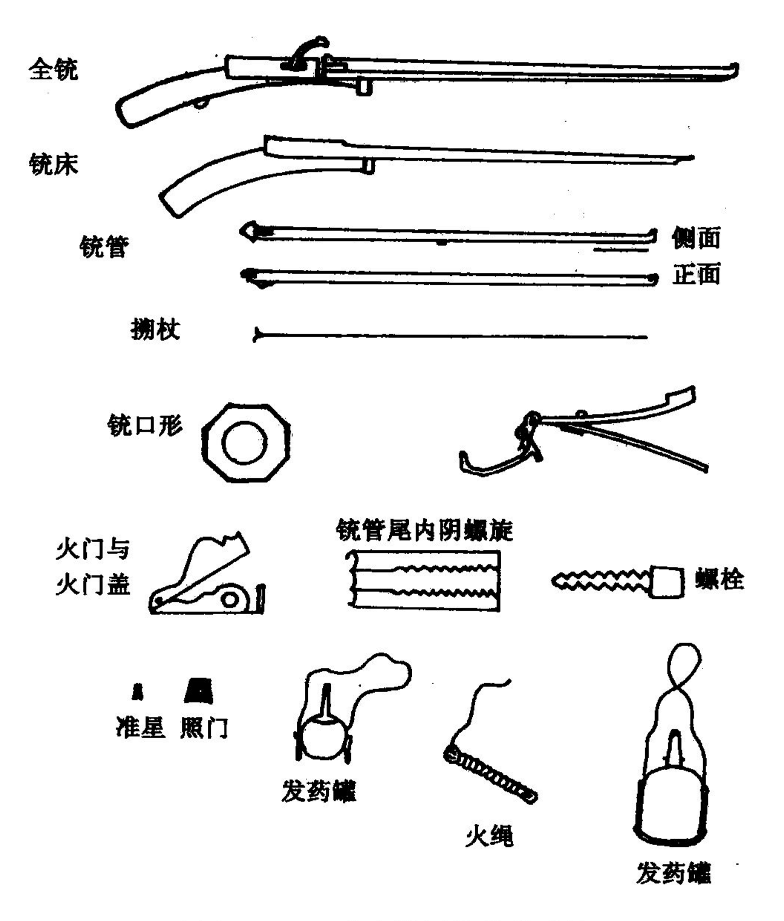


图 2-5-8　噜密铳及其构件附件

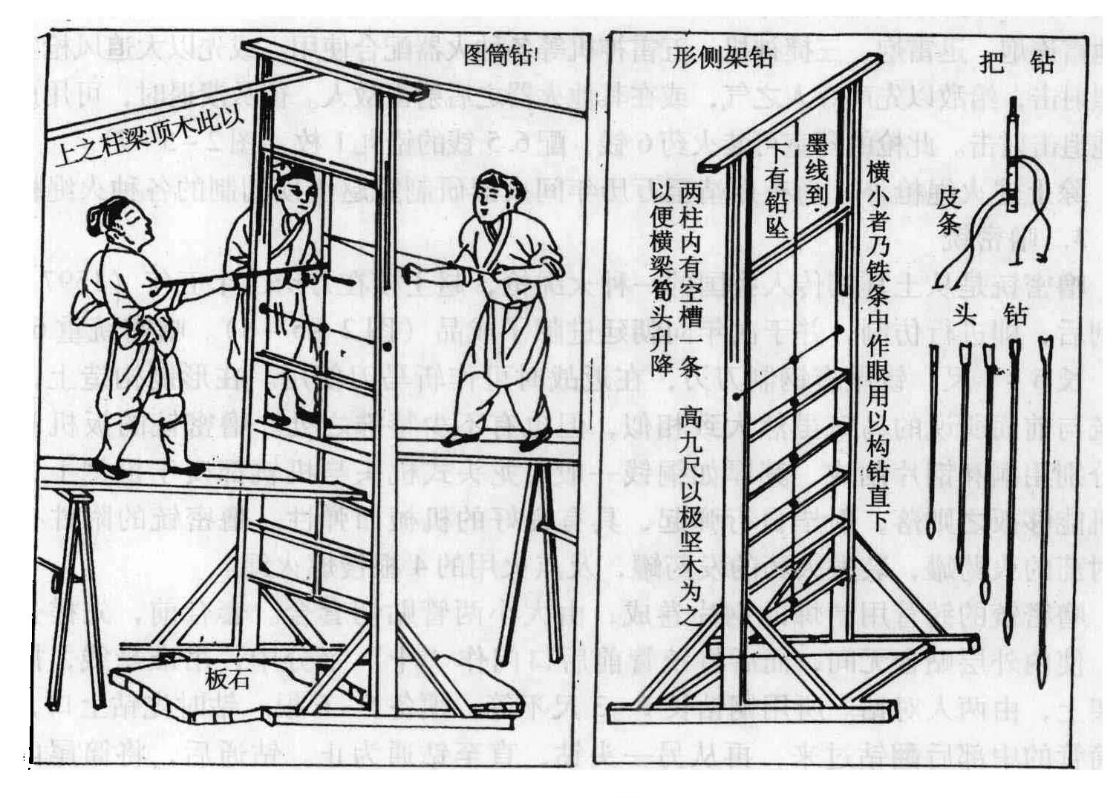


图 2-5-9　噜密铳制造图



由于噜密铳具有铳身较轻而威力又较大的特点，所以被明朝军工部门大量仿制，装备明军使用。据徐光启在天启元年（1621 年）二月奏称，他在领取 2 000 支噜密铳后，部队练习数月，“只是小有炸损，不过数门，其余具堪用”①。

4. 掣电铳

掣电铳是赵士桢兼采欧式火绳枪与小佛郎机之长，经过改进而制成的一种新式火绳枪。它既具有单兵可举而发射的轻便性，又具有配备子铳进行连续发射的特点②。掣电铳全长 6 尺多，重 6 斤，前用“溜筒”（即母铳铳管），后部可安子铳，每铳备子铳 5 个。从侧面看，溜筒上部安有准星、照门。子铳长 6 寸，重 10 两，开有火门，能装火药 2.4 钱与 2 钱重的弹丸 1 枚。子铳在平时装于皮袋之中，每袋可装 4 个。子铳的中间部分用一铜盘压住，以防止发射后烟气从筛缝中泄出，熏灼射手的眼睛。盘上打眼，兼有照门作用。下有二脚，可用销钉将其销在铳床上。铳床的形态和用料，都与噜密铳的铳床大同小异，后尾类同日本鸟铳的铳床（图 2－5－10）③。由于掣电铳使用子铳，所以是射速较快的单管火绳枪。

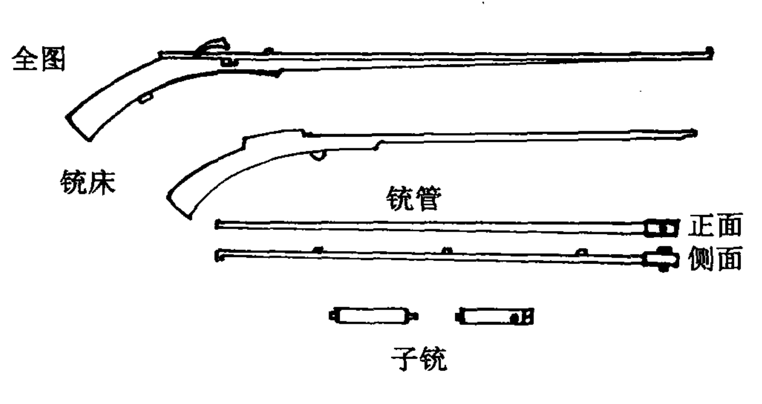


图 2－5－10　掣电铳及其分解图

5. 鹰扬铳

鹰扬铳的铳管较长，管壁较厚，安有准星、照门，铳后设有安放子铳的部位，并不使其敞口泄气。此铳既有小型佛郎机之轻便，又有大鸟铳的高命中率，是兼有二铳之长的新型火绳枪。作战时，敌人若用火绳枪发射 1 弹，鹰扬铳则可发射 3～4 弹，可见其射速之快。若将此铳安置于轻车之上，则多车齐进，连续射击，万弹并发，其势之猛烈，不亚于小型大将军炮，而其纵横进退，俯仰旋转，则较大将军炮灵便，是一种机动性能较好，杀伤力较大的火绳枪。

6. 三长铳

三长铳是赵士桢取三铳之长而创制的一种单管火绳枪：取欧洲火绳枪的轻便而增加其威力，取噜密铳之快捷而加之以巧，取日本鸟铳铳床之便而加之以稳，故取名为三长铳。

以赵士桢为代表的明代后期火器研制者，为了提高火绳枪的射速，还在单管火绳枪的基础上，创制了多管火绳枪，把火绳枪的制造与使用技术，推进到了一个新的发展阶段。

① 《徐光启集》上册，《谨陈任内事理疏》，第 172 页。

② 《神器谱·原铳·掣电铳》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 645 页。

③ 《神器谱·原铳·掣电铳》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 645 页。



六、多管火绳枪的种类和构造

多管火绳枪主要有下列制品：

1. 迅雷铳

迅雷铳是赵士桢创制的一种五管火绳枪，也是明代后期最具代表性的一种多管火绳枪。铳身有5支铳管，共重5千克，单管长约70厘米，形似鸟铳管，但其管后部微呈弧形，如鹊之口衔于一个共同的圆盘上，成正五棱分布，各以钉销定。管身安有准星、照门，管壁开有火门，通火药线于外，5根火药线彼此间用薄铜片隔离，以保证发射时的安全。5管的中央有1根木杆作柄。木柄中空成筒，内装1个火球。木柄的头部安有1个铁制枪头。柄上安有1个机匣，内装发火装置，供5管共用。5管的前部安有1个共用的牌套，牌套用生牛皮做表里，制成圆垫式，垫内装填丝棉、头发丝和纸等各种衬垫物，中间有1个大圆孔，周边有5个方孔，木柄和5支铳管从孔中通过，使牌套与铳管的轴线垂直，以便遮挡从敌方射来的铳箭，具有铳盾的作用，可保护射手在发射时不受敌方铳箭的伤害（图2-5-11）①。

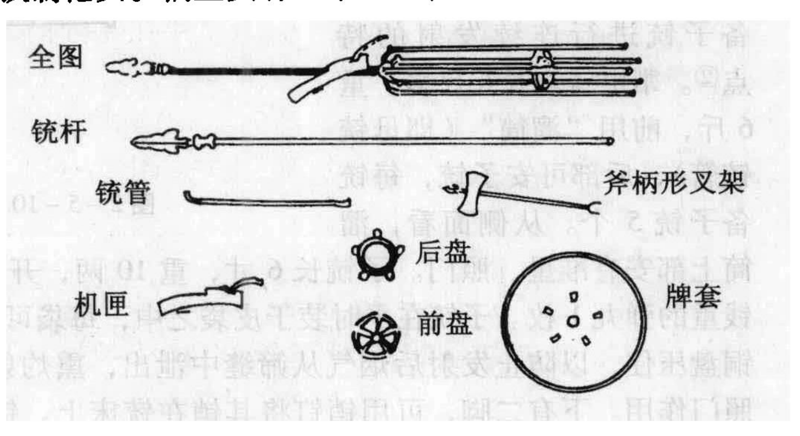


图2-5-11　迅雷铳及其分解图

迅雷铳在发射前须将5支铳管装填好弹药，使之处于待发状态。用发射牌套将5管套上，再将一根斧柄尖端，安插于地面上作支架，将铳管支于架上②。射前准备就绪后，射手左腿前踞，右腿后跪，左手托铳尾后部，铳柄夹于右腋下，用右手点火发射，射毕一管后，将圆盘旋转72度，使第2支铳管对准目标，继续发射（图2-5-12）。待其余3管中的弹丸依次射毕后，射手起立，用火点燃木柄中的火球，使其喷焰灼敌。当接近敌兵时，将铳身倒转，以铁制枪头刺敌。可见这是一铳三用的兵器。

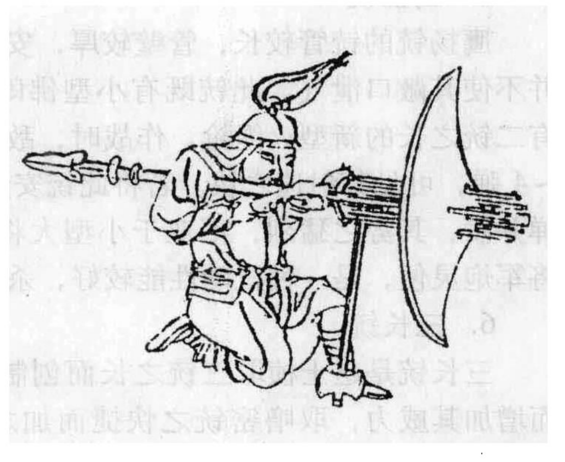


图2-5-12　迅雷铳发射图

2. 震叠铳

这是赵士桢根据倭寇作战特点而设计的一种双管铳。由于倭寇在作战中常被明军的火铳击倒，便总结经验，采取防御措施。当他们再同明军作战时，见到明

---

① 《神器谱·原铳·迅雷铳》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第645页。

② 斧柄的尖端呈枪尖形，其上安斧形铁块，便于稳插地上，柄尾成半圆形叉锋，以便架铳发射。



军举枪射击时便伏于地上，待明军射毕后，即突起冲锋而来，使明军猝不及防。赵士桢根据倭寇作战的这一特点，便创制了一种上下双叠的火绳枪。当倭寇冲突而来时，即扣动扳机，使上面的枪管先射出枪弹，倭寇立即伏地躲避。待第一发枪弹射毕后，倭寇仍按常法冲突而来。此时，恰好下面的枪管又射出一弹，将倭寇击倒。倭寇被震叠铳射杀者不少。

3．五雷神机

五雷神机是一种由5管组成的火绳枪，共用一根后部成弧形的枪柄，其上设有一个总照门。单管用铁制造，可绕柄平行旋转，重5斤，管底至火门的距离约1寸，前端有准星，可装火药2钱和1.5钱的铅子1枚。射击时，射手旋转枪管，使管端准星与柄上的总照门对直，并以左手托住枪柄，用右手扣动扳机，将弹丸射出，平射时可远及120步。射毕一管中的弹丸，再旋转72度，射出另一管中的弹丸。而后依次旋转，将5支枪管中的弹丸射毕为止，大大提高了射速。五雷神机的枪身较重，每门除编配射手1人外，还有辅助士兵1人（图2-5-13）。

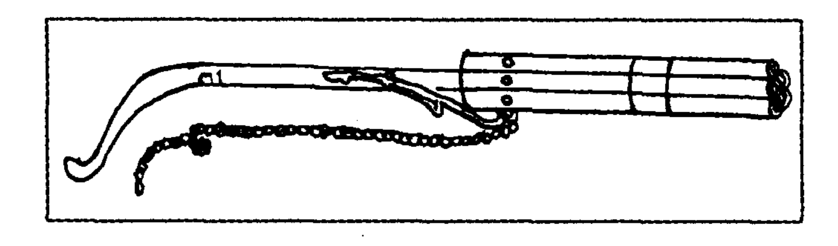


图2-5-13　五雷神机

4．三捷神机

三捷神机是一种由3支枪管组成的火绳枪，共用一根后部成弧形的枪柄。其构造与发射方式与五雷神机相似（图2-5-14）。

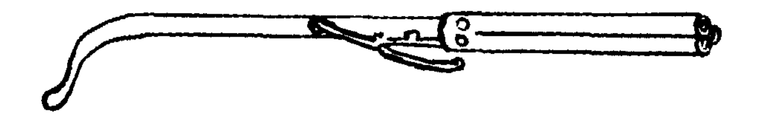


图2-5-14　三捷神机

多管火绳枪是利用火绳点火发射的新型军用枪，它设计巧妙，装填方便，射速快，杀伤威力大。赵士桢所研制的多管火绳枪，大致与欧洲的多管火绳枪同时问世，这说明东西方的火器研制者，在提高火绳枪射速方面所作的努力和所取得的成果，大致是不分先后的。

第四节　引进红夷炮的社会条件

嘉靖年间传入的佛郎机与火绳枪，都是明军在战场上缴获的战利品，它们的系统制造与使用之法并未随之传来。因此，明廷军工部门只能组织火器研制人员，与随船而来的少数欧洲炮师与工匠相配合，在分解研究它们的结构与部件的基础上，发挥自己的智慧，仿制与改制成适合明军使用的各种形式的佛郎机与鸟枪。



然而，西洋大炮却与佛郎机、火绳枪的传入方式不同，它是先由懂得欧洲火器技术的徐光启等著名军事技术家，在当时明朝南有日本威胁，北有后金挑战的严峻形势下，力求通过购买和仿制欧洲新型火炮并学习其技术的方式引进的。这种引进是在天启年间（1621—1627 年）进行的。其时，徐光启先派人至澳门向葡萄牙当局购买，而后又在吸取欧洲火器技术之长的基础上，聘请一批精通欧洲炮术的葡萄牙技术人员与工匠，训练中国的铸炮工匠进行仿制，形成了以红夷炮为代表的仿制与使用欧洲枪炮的又一次高潮。由于这次高潮是在吸取欧洲科学技术基础上自觉地进行的，因而具有较高的科学性。这个特点是由当时欧洲火器技术的发展、西方传教士的东来、明末火器研制家群体的积极努力等国际国内三个主要社会条件决定的。

一、欧洲火器技术的发展

明代后期，虽然已经形成了中国古代火器技术的理论体系，因而在一定程度上解决了火器制造与使用的许多理论与实际问题，推动了火器的发展。但是由于国内火器研制者受时代条件与科学视野的局限，在理论上还不能脱出“阴阳五行化生”与“君臣伦理”的旧窠，在实践上也不可能有大的创新与突破。然而正是在 16 世纪中叶，以哥白尼（Nicolaus Copernicus，1473—1543 年，波兰天文学家，太阳中心说的提出者）《天体运行论》的发表为标志的欧洲自然科学的革命，为自然科学与新技术的发展扫清了障碍。从此以后，欧洲的科学技术走上蓬勃发展的道路，出现了欣欣向荣的兴旺局面。在应用技术的许多方面开始发生重大的突破，这种突破，导致采矿、冶金、金属加工的巨大进步。这些连锁反应，为欧洲火器的变革性发展，提供了重要的前提条件。

1．大型兵工场的建立

正在崛起的英国以科学革命为契机，建立起大规模的火药、火炮与舰船建造工场，企图同西班牙、葡萄牙争霸海上。法国政府决心要同强手并驾齐驱，便迅速在全国建立了十多个火器工场和仓库，垄断了全国的火药与火炮制造工业。西班牙和葡萄牙为了保住海上强国的地位，也建立了全国性的兵工工场。瑞典与俄国也不甘落后，全国性的大型兵工场与战舰建造场也在许多地方拔地而起。上述各国建立的兵工工场，不断制造大量新型的枪炮，武装军队，用于作战训练，从而使欧洲一些主要国家，能在 17 世纪中叶最后淘汰冷兵器而进入火器时代。

2．火器技术的创新

自 16 世纪前期意大利数学家塔尔塔利亚（Nicolo Tartaglia，1500—1557 年），发现在真空中以 45 度角发射的炮弹射程最远的规律后，为炮兵学的理论奠定了基础。16 世纪的后期，英国已经采用整体铸造炮身的技术，得出了炮管长度为口径的 17 ~ 18 倍时，射击性能最佳，并且列出了火炮各部与口径的尺寸比例表，为火炮铸造提供了较为精确的设计依据。1626 年，诺顿（Robert Norton）在《炮手》一书中，对火炮的管长与使用火药量的关系，作出了较为科学的解释。他指出：在 1475—1525 年间铸造的火炮，因为使用粉状火药，其燃速慢、威力小，所以炮管可以细长而壁薄。自 16 世纪后期至 17 世纪前期，各国都已使用优质的粒状火药，使燃速提高了 2 倍，威力也增大了 1 ~ 2 倍，因此炮管的长度要相应地缩短，



厚度要相应地增加 1 ~2 倍，这样才不致发生炸裂的危险。1638 年，意大利物理学家伽利略（Galileo Galilei，1564—1642 年）发表了《两种新科学的对话》，讨论了抛物体运动，为改进枪炮的制造技术与弹道的计算，提供了新的理论依据。在此期间还有不少火炮研制者，发表和出版了关于枪炮发射的许多论文和著作，改进了射击方式和射击装置。炮手们已经开始使用射表和测量射角的仪器，从而把靠目力沿着炮管轴线方向进行瞄准射击的方法，送进了历史博物馆。

3. 火器制造的发展

在制造技术上，17 世纪初欧洲的火药制造工场已经采用水车为动力机械，带动捣磨机捣碾和搅拌原料、配制火药，一台捣磨机可同时捣磨 4 ~6 个碾缸，制成大量精良的发射火药。单兵使用的火绳枪得到不断的改进，燧发枪与多管枪在不断创新。手榴弹已装备部队。火炮的形制规格从杂乱趋向统一，更便于使用。经过改革后，德意志的火炮仅存 24 磅①、16 磅、12 磅、8 磅、4 磅等 5 种制式。法国的制式火炮有 6 种。意大利和西班牙的制式火炮各有 4 种。这些火炮的炮身都铸有炮耳，便于安在炮架上，使用炮表进行发射。瑞典的古斯塔夫（Adolve Gustav，1611—1632 年在位）在 1611 年即王位后，大量发展炮身重 90 磅的轻型火炮，以便于快速机动与集中使用。同时又使用了与纸筒枪弹构造相似的纸筒炮弹，简化了发射手续，提高了射速。为了充分发挥火炮的威力，古斯塔夫还改革了炮兵编制，创建了炮团，并率先将火炮区分为野战炮、攻城炮和团炮。

英国的火炮经过改革后，尚保存 16 种制式火炮，其中有加农炮、蛇炮等名称，并开始按作战用途将火炮区分为攻城炮、岸防炮和野战炮。其中野战炮又有重型、中型、轻型之分。它们的口径为 2.54 ~21.6 厘米，炮重为 140 ~3 700 千克，弹重为 0.22 ~30 千克，装药量为 0.3 ~14 千克，射程为 300 ~2 600米（图 2 -5 -15）。明廷在天启年间向澳门葡萄牙当局购买的第一批西洋大炮，正是英国制造的这类火炮。

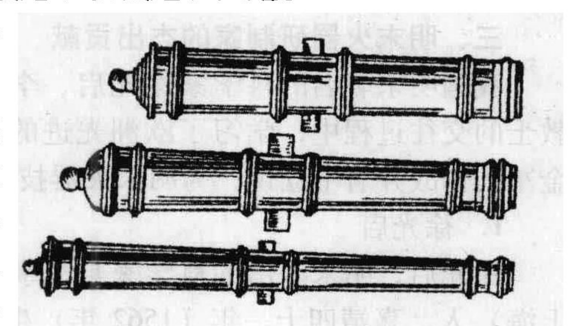


图 2 -5 -15　16 世纪后期的英国火炮
（采自《火砲の起源とその伝流》）

上述欧洲火器技术的最新成果，是在以实验科学为特征的自然科学思想指导下取得的，随着欧洲传教士的东来及东西方文化交流的日趋活跃，这些成果也部分地传到了我国，对我国火器的发展产生了一定的影响，使我国继仿制和改制佛郎机、火绳枪之后，出现了又一次仿制和改制欧洲火器的新高潮。

二、欧洲传教士的东来及其桥梁作用

16 世纪 70 年代至 80 年代初，耶稣会意大利传教士利玛窦（Matthoeus Ricci，1552—1610 年，1582 年来华，任会长）率先来到中国。之后，西方一些传教士便

① 欧洲区分炮种类的方法有好几种，其中一种是用发射炮弹的重量单位磅数命名火炮。如 24 磅炮就是指发射 24 磅炮弹的火炮。



接踵而来。为了能够进行传教活动，他们努力学习汉语，随同汉俗，力求汉化，以便能同中国上至士大夫，下至平民进行广泛接触。他们广泛结交学者名流，如与詹事府少詹事徐光启、光禄寺少卿李之藻、两广总督郭应聘、顺天府尹王应麟①等结为好友，以便在上层社会中扩大影响。于是利玛窦本人也就在这些人的支持和荐引下，以欧洲科学技术的新奇制品为进见礼入京觐见皇帝，从而在中国站稳了脚跟。接着，欧洲传教士便陆续将欧洲科学技术的最新信息传入中国，将科技书籍译为中文，将科技新制品如浑天仪、水晶镜、自鸣钟、三棱玻璃柱传入中国，将《坤舆万国全图》献给万历朝廷。欧洲的火器技术也以此为契机传到中国。徐光启多次表示，他在建敌台、造火炮中所采用的新法，都得自利玛窦等人的口授和著作②。李之藻则是在同利玛窦等人的交往中，得知西洋火炮的构造和威力。孙元化便把他从老师徐光启处学到的欧洲火器技术，编成了《西法神机》。有些传教士，如意大利的龙华民（Nicolaus Longobardi，1559—1654 年）、毕方济（Franciscus Sambiasi，1582—1649 年），葡萄牙的阳玛诺（Emmanuel Diaz，1574—1659 年）、陆若汉（Jean Roddriguez）、公沙的西劳（Gonzlves Texeira Correa）等人，曾应明廷之聘，率领炮师和工匠，帮助明廷制造西洋大炮和训练炮手。而德意志传教士汤若望（Johann Adam Schall Von Bell，1591—1666 年）则同焦勖合写了《火攻挈要》。这些来华的传教士虽以传教为主要目的，但却在传播欧洲火器技术方面起到了桥梁作用。

三、明末火器研制家的杰出贡献

我国明末著名的科学家徐光启、李之藻、孙元化、张焘、焦勖等人，在同传教士的交往过程中，学习了欧洲先进的火器技术，设法引进红夷炮，参加抗击后金军的作战并著书立说，为明末火器技术的发展写下了光辉的篇章。

1. 徐光启

徐光启，明末杰出的科学家与军事技术家。字子先，号玄扈。徐家汇（今属上海）人。嘉靖四十一年（1562 年）生。少年时就热爱科学，注重军事，关心国家兴亡与人民安危。历任詹事府少詹事、礼部尚书兼东阁大学士等职。万历二十八年（1600 年），他在南京结识意大利传教士利玛窦后，便孜孜不倦地学习欧洲科学技术，尤其是火器技术，并把这方面的书籍译成中文，介绍给中国读者。他在学习和传播西方科技的过程中，一面结交了一批在上述方面学有专长的欧洲传教士，另一面又联络了一批有志报国的明廷官员与火器研制者，逐渐形成了一个以他为中坚的学习和传播欧洲火器技术的群体，为明末引进、仿制和使用欧洲火炮作出了积极贡献。当明军于万历四十七年在萨尔浒战败后，他一面上奏朝廷陈述造炮建台等抵抗后金军事进攻之策，一面主动组织人员赴澳门，向葡萄牙当局购买西洋大炮。明廷由于抗击后金军进攻的需要，采纳了他的建议，支持他的购炮行动。

崇祯三年（1630 年）二月，奉命监造火炮后，他以在仿制中力求超胜的思想

① 这些人有的便成为中国最早信奉耶稣教的教徒。

② 《徐光启集》上册，《台铳事宜》，第 187、176 页。



为指导，设法访求和选拔懂得兵事、心计智巧的人掌管军器局，让精通数理的人进行研制。他“除积弊，立陈规，酌旧法，出新意”①，使制成的火炮“精密坚致，锋利猛烈”②，不合格者决不验收。

为了发扬新型火炮的火力优势，他十分重视新型敌台（即当时的炮台）的建造，把造炮和建台作为一个整体加以考虑，提出了著名的“以台护铳，以铳护城，以城护民”③ 的原则。他还亲自设计和参加了一些敌台的建筑。这些敌台以大条石为基础，依城而筑，与城等高，内分三层，下层安大型铳炮，中层和上层所安的火炮依次渐小。台径可达数丈，墙壁设有火炮射孔，外墙为半圆形，内墙与城内相通，便于守城官兵出入。这种敌台既可三面环射，又能上下迭射，减少了死角。同时，相邻各台之间还可进行火力支援，构成大型城池绵密的火力防御配系。

徐光启为引进欧洲火炮与火器技术奔波十多年，直到崇祯六年去世前不久，仍为守城制器之事操心。虽然由于明廷政治腐败，国势日衰，军旅不振，他的主张并未被全部采纳，目的也未全部达到，但是他的努力却对明末清初的火炮制造产生了积极的影响。作为一位卓越的科学家，徐光启把自己的研究成果应用于国家的军事实践。作为一位杰出的军事家，徐光启又把自己的军事理论建立在科学的基础上。这是徐光启不同于其他科学家和军事家的独到之处。

2. 李之藻

李之藻，明末科学家与军事技术家。字振之，又名我存，仁和（今浙江杭州）人，嘉靖四十五年（1566 年）生。万历二十六年进士。曾任光禄寺少卿、工部都水清吏司郎中及南京太仆寺少卿。通过同利玛窦的交往，学习了欧洲的火器技术，并积极加以传播和推广，推动了明末火器的发展。他在天启元年（1621 年）上奏的《为制胜务须西铳乞敕速取疏》中，全面阐述了他对发展明末火器的主张，有力地配合了徐光启关于引进、制造和正确使用欧洲火炮的奏议，加速了明廷对这些奏议的批准和引进、仿制欧洲火炮的进程。

李之藻对西洋大炮的形制构造和作用作了全面的了解，并详细介绍了一种西洋大炮的规格：炮长 1 丈多，口径 3 寸，重 3 000 ~ 5 000 斤，弹重 3 ~ 4 斤，炮身安于车上，有射表，可调整射角，具有“折巨木，透坚城，攻无不摧”的威力。他认为，要仿制这些火炮，切不可只按外形依样画葫芦，而要讲究质量，做到材料必“锻炼有法”，铸造“不可差之毫厘，失之千里”。使用时，必须严格训练炮手，使之“明理识算，兼诸技巧”，再“翼以刚车壮马，统以智勇良将”④，收到战必胜、攻必克、守必固的效果。为此，他建议朝廷要优待铸炮工匠和操炮射手，宁可裁减无能之将、无用之兵，也不可怠慢这些人。因为，有效地使用一门优质火炮能抵数千精兵之用⑤。

崇祯三年（1630 年），李之藻去世。他一生钻研天文、历法、数学等自然科

---

① 《徐光启集》上册，《辽左阽危已甚疏》，第 109 ~ 111 页。
② 《徐光启集》上册，《辽左阽危已甚疏》，第 109 ~ 111 页。
③ 《徐光启集》上册，《谨申一得以保万全书》，第 175 页。
④ 明·李之藻撰：《为制胜务须西铳乞敕速取疏》，见《徐光启集》上册，第 181 页。
⑤ 明·李之藻撰：《为制胜务须西铳乞敕速取疏》，见《徐光启集》上册，第 181 页。



学，有《新法算书》、《天学初函》、《同文算指》等6部译著传世。

3. 孙元化

孙元化，明末将领与军事技术家。字初阳，号火东，嘉定（今属上海）人。出生年月日不详。《明史·徐从治传》后附有其小传，称其“善西洋炮法，盖得之徐光启云”。清乾隆《嘉定县志》则说他“天资异敏，好奇略，师从上海徐光启，受西学，精火器”。因条陈备京、守边等策，得以赞画经略军前。天启二年（1622年）九月，他以兵部司务身份，在山海关协助辽东经略孙承宗修筑城防。三年，他随宁前兵备道袁崇焕守宁远（今辽宁兴城），负责管理、调运山海关的11门西洋大炮和主持造炮事宜，全力支持徐光启用西洋大炮抗御后金的主张，在宁远大捷中立了功。至崇祯初年起，任兵部员外郎，不久迁郎中。崇祯三年（1630年），经老师徐光启荐举，调任登莱巡抚，忠实地按徐光启的意图，聘请葡萄牙人公沙的西劳和陆若汉等人，到登莱制造西洋大炮和对士兵进行使用火炮的训练。崇祯五年（1632年）其部将孔有德、耿仲明叛明降清，攻陷登莱。孙元化被俘后自杀未死，被叛军放归。崇祯六年九月，被明廷处死。有《经武全书》、《西法神机》等著作传世。

4. 张焘

张焘，明末著名将领与军事技术家。钱塘（今浙江杭州）人。出生年不详，曾任加衔守备，官至登莱副总兵官。李之藻的学生，孙元化的同僚，全力支持徐光启的主张，亲自组织和率领人员赴澳门，完成了第一批30门西洋大炮的购买和运输回京，以及聘请葡萄牙炮师来京协助造炮和训练炮手的任务。《明史·徐从治传》中说他因部将孔有德兵变被逮。《明思宗实录》称他被叛军所俘，因拒降而自缢身亡。《明史·艺文志》和《千顷堂书目》，录有张焘和孙学诗写的《西洋火攻图说》一卷，至今尚未发现此书。

5. 焦勖

焦勖，明末著名的火器理论家。宁国（今安徽贵池）人，生卒年月不详，业绩也未见记载，有《火攻挈要》一书传世。

6. 毕懋康

毕懋康，明末火器研制者、我国最早介绍燧发枪的人，生卒年月未见记载。他在崇祯八年刊印的《军器图说》中，阐述了自生火铳即燧发枪的形制构造，指出这种枪是将鸟枪的火绳点火装置，改进为用燧石发火的装置，从而克服了用火绳点火怕风雨的弱点。燧发枪是在发火装置上安放一块燧石，发射时由射手扣动扳机，安装于扳机上的龙头下击，同燧石摩擦生火，火星落入药室中，使火药燃烧，产生气体推力，将弹丸射出。这种枪的特点有二：一是不怕风雨，在恶劣气候条件下也能发射；二是不用像鸟枪那样要事先点燃火绳，而只要在使用时连续扣动扳机，摩击燧石，便可连续发射，因而简化了发射手续，提高了射速，是单兵枪发火装置的一大改进。据欧洲一些火器史书的记载，17世纪初叶，法军率先使用燧发枪。之后，其他欧洲国家的军队，也相继以燧发枪代替火绳枪，使单兵枪进行了又一次更新。但是，由于明末政治、军事形势极端恶化，崇祯朝廷面临生死存亡的危机，故毕懋康的介绍并未受到重视，直到清朝康熙年间，才有人制



成作为皇帝打猎用的燧发枪。

在上述著名的火器研制家中，除毕懋康和焦勖的生卒年月不详外，其余都是朝廷大臣和统兵将领，他们以徐光启为中坚，有共同的奋斗目标，互相配合，志同道合，形成一个群体，能够在政治、军事和科学研究等方面，同当时朝廷与后金的军事斗争紧密地联系在一起，为明军抗御后金军的进攻作出了积极的贡献。西洋大炮的引进和使用便是最突出的事例。

第五节 红夷炮的引进与发展

明天启朝廷对西洋大炮的引进，最初是在明军于萨尔浒战败后，由徐光启、李之藻、张焘等人捐资募购开始的。

一、红夷炮的引进

16 世纪末至 17 世纪初，我国东北建州女真族崛起，万历四十四年（1616 年），其首领努尔哈赤在赫图阿拉（今辽宁新宾）建元“天命”，自称金国汗，两年后以“七大恨”为借口兴师攻明。万历四十七年（后金天命四年）三四月间，努尔哈赤所部在萨尔浒（今辽宁抚顺东大伙房水库所在地）大败明辽东经略扬镐所率领的四路明军，明廷为之大震。徐光启即于当年六月奏请朝廷设险守国，建敌台，造大铳，以抵御后金军的进攻①。九月，朝廷升任徐光启为詹事府少詹事兼河南道监察御史，赴通州练兵造炮。其时因朝廷党争剧烈，徐光启处处受掣，练兵计划夭折，于是便联络李之藻等人，以私人出面捐资方式，向澳门葡萄牙当局进行试购西洋大炮活动。因致仕而居于杭州家中的李之藻、杨廷筠二人，在接到徐光启的信后，即全力支持，密切配合，迅速办理。泰昌元年（1620 年），李之藻派门人加衔守备张焘与孙学诗同往澳门，经过一番周折，购买了 4 门西洋大炮②。当年十月，4 门火炮运抵广州，而后由张焘私人捐资，历尽艰难，运到广信府（今江西上饶）便滞留停运了。天启元年（1621 年）五月，已经复任为光录寺少卿的李之藻和兵部尚书崔景荣，先后上书朝廷，奏请调运滞留于江西的 4 门大炮，并聘请精通炮术的传教士阳玛诺、毕方济来京辅助造炮③。朝廷同意此奏，4 门大炮于当年十二月运抵北京。经过试射，发现其威力远大于明军原有佛郎机及其他旧式炮。就在西洋大炮北运期间，明廷又派张焘和孙学诗至澳门，向葡萄牙当局续购西洋大炮。天启三年四月初十日，新购买的 22 门西洋大炮，及随同受聘来京帮助造炮的 23 名葡籍匠师和 1 名翻译，一并由明军游击张焘带领来京④。兵部尚书董汉儒与张焘等人到京后即上奏明廷，派人学习造炮用炮技艺，并将部分西洋大炮运往山海关备用。天启皇帝完全应允，四月以后即照此办理。后来又通过其他方式购买了 4 门西洋大炮。天启六年，兵部主事孙元化又上奏朝廷，对购买西洋大炮之事的来龙去脉作了较为详细的报告：

---

① 《徐光启集》上册，《辽左阽危已甚疏》，第 111 页。

② 明·李之藻撰：《为制胜务须西铳乞敕速取疏》，见《徐光启集》上册，第 180 页。

③ 明·崔景荣撰：《为制胜务须西铳敬述购募始末疏》，见《徐光启集》上册，第 182 页。

④ 《明熹宗实录》卷二十六，天启三年四月辛未，《明实录》六十八，第 1701 页。

> 澳商闻徐光启练兵，先进四门，迨李之藻督造，又进二十六门。调往山海者十一门，炸者一门，则都城当有十八门，足以守矣①。

总数30门。运往山海关的11门，后来在宁远大捷中发挥了重要的作用②。在北京炸毁1门西洋大炮之事，是在天启四年由葡籍炮手在训练明军士兵进行试炮练习中发生的，还有18门作为守卫京师之用。

留在北京的18门西洋大炮的使用与贮存情况，由于缺少记载而无法查考。在20世纪末，中国历史博物馆在故宫的端门与午门之间陈列出一批明末清初的火炮，其中有两门构造相同的西洋大炮，炮身的铭文和图徽，证明它们就是天启年间引进后留在北京的18门西洋大炮中的两门（照片12）。它们都是铁铸前装滑膛炮，管长3米，口径125毫米，炮身有6道箍，尾部形如覆笠，顶端有球珠。炮身原来都铸有徽记和刻款，其中一门已完全剥蚀模糊，另一门尚有残痕。据中国历史博物馆所藏此炮在剥蚀前的旧拓片③，可以看出其刻款是：

> 天启二年总督两广军门胡
> 题解红夷铁铳二十二门

其左下方刻有火炮的编号，一为“第六门”，一为“第十四门”。炮身所刻的徽记呈盾形，下面为3艘4桅帆船，图形已经模糊（图2－5－16）。

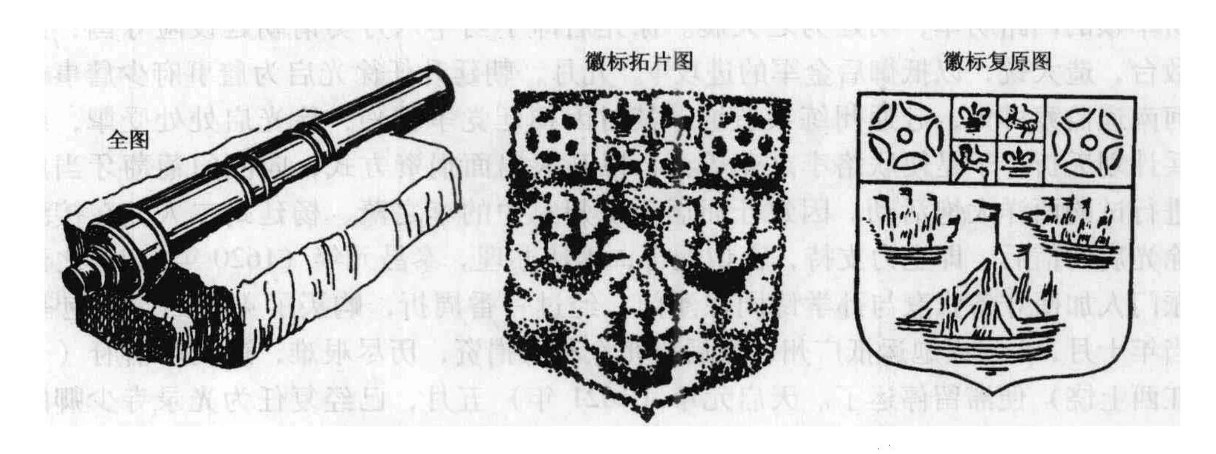


图2－5－16　明天启二年购买的红夷炮及炮身徽标（采自《中国历史博物馆馆刊》1983年总第5期）

炮身的刻款表明，这两门炮是由当时的两广总督胡应台④派人于天启二年（1622年）向北京解送，并于天启三年四月初十日到达北京的。它们分别是两门解京红夷炮中的第六门和第十四门。胡应台之所以要在炮身上刻“红夷铁炮”的字样，是因为当时明廷官员称荷兰人为红夷，又在联系中误认为此炮是荷兰人制造

---

① 《明熹宗实录》卷六八，天启六年二月戊戌，《明实录》六十九，第3270页。

② 清·计六奇撰：《明季北略》卷二《袁崇焕守宁远》中的记载称：天启六年正月二十四日，后金军进攻宁远，“城内架西洋大炮十一门，从城上击……”中华书局，1986年版，《明季北略》上，第41～42页。

③ 见本编参考文献［7］，第217页注①。

④ 胡应台：据《浏阳县志》和《湖南通志》记载：“胡应台，字征吉，浏阳人，廷敝孙也。万历戊戌进士，官中书舍人，晋兵部给事中，转吏科。”《明熹宗实录》天启二年三月乙丑记事称：应天巡抚胡应台，于两广总督陈邦瞻任兵部侍郎后，接任两广总督之职。



的，故而称其为“红夷炮”。后来《明史》的作者张廷玉在《明史·和兰传》中又肯定了这一说法，认为和兰（即荷兰）人当时“所恃唯巨舟大炮……发之可洞裂石城，震数十里，世所谓红夷炮，即其制也”。然而，经过对文献和实物的考察，证明此说不过是一种误传。

首先，当天启朝廷派人至澳门购炮时，正是荷兰人进攻澳门之际，局势十分紧张，因此荷兰人制造的大炮，是不可能经葡萄牙人之手转卖给明廷官员的。有关当时荷兰人入侵之事，不但有文献记载，而且在厦门的一些摩崖石刻中留下了历史的见证。据清道光年间（1821—1850年）版本《厦门志》卷十六记载：“天启二年，红毛夷据澎湖，犯中左所（明军一个所的驻地），逼圭屿，海澄知县刘斯埭守计甚备，旋引去……冬十月，福建总兵官徐一鸣率兵驻中所剿红夷。”志书接着摘录《陈氏家谱》的记载：“一鸣率游击赵颇，坐营（官）陈天策与浙兵把总朱梁、汪宗兆、李知纲等入岛……趋舟师挟火炽，夷众歼焉。”在厦门鸿山寺后山，有一座摩崖石刻，上刻60字：“天启二年十月二十六等日，钦差镇守福建地方等处。都督徐一鸣督游击将军赵颇，坐营陈天策率三营，浙兵把总朱梁、王宗兆、李知纲等到此攻剿红夷。”《厦门志》与石刻所记载的是同一件事，率兵攻剿的明军将领的名字除王宗兆（《厦门志》将王记为汪）外，其余完全一致。这两则史料反映了当地军民同“红夷”斗争的情况。明人沈德符在《万历野获编》中说：“红夷”是当地人“以其（荷兰人）发须通赤，遂呼为红毛夷”。从作战过程中可知，当时明军并未从红夷手中缴获火炮。

其次，炮身除刻有运炮情况和编号等文字外，还铸有盾形框徽，图案的下部有3艘4桅风帆舰，上部有两顶皇冠和两只雄狮，这是当时英国东印度公司的徽记，说明此炮是该公司舰船上装备的舰炮。同时，图案中的3艘4桅风帆舰和双狮、两顶皇冠，都与1588年英国同西班牙在格拉夫林海战中的英舰和军旗上的雄狮、皇冠相似。这种相似也是火炮属国的一个证明。

其三，魏特在其所撰写的《汤若望传》中①，详细记载了此炮属国的原委：1620年，徐光启派张焘赴澳门购买4门大炮，运至江西受阻。次年，明廷派张焘、孙学诗等2人为钦差，“正式请求澳门政府，派遣大炮、军队，尤其重要的是炮师。……澳门政府于先一年中，曾自一只澳门附近搁浅的英国船上获有大炮三十尊……”可见葡萄牙卖给明廷的大炮，确是英国舰船上装备的30门英制舰炮。

这30门西洋大炮，属于英国在16世纪后期，经过火炮改革和统一炮制后制造的一种早期加农炮，整体设计比较先进，结构比较合理，炮身各部都是以口径的尺寸为基数，按一定的比例倍数设计的。如炮管的长度为口径尺寸的22～28倍，炮口附近的管壁厚度、炮耳的长度和直径，都与火炮的口径相同。因此，这类火炮具有身管长、管壁厚、弹道低伸、射程远、命中精度高、杀伤和摧毁威力较大、安全可靠等优越性，是击杀密集进攻之敌的锐利火炮，比嘉靖年间传入的佛郎机要先进得多。同时，英国当时处于各国的领先地位，因此，明廷从葡萄牙当局购买的这些舰炮，在经过改进后，便成为抗御后金军进攻的重要火器，其中11门被

① 此书有杨丙辰的中译本，1949年商务印书馆将其出版。



宁前兵备道袁崇焕直接用于守备宁远城（今辽宁兴城），在“宁远大捷”中发挥了重要的作用。

二、红夷炮和宁远大捷

天启三年（1623 年）九月，袁崇焕奉兵部尚书孙承宗之命，率兵万余驻守宁远。袁崇焕到任后，即命精通筑城术的孙元化修筑城池，加固宁远城及其四角的附城炮台，配置各种火炮。孙承宗又奏请朝廷，选调在京营中受过葡萄牙人训练的彭簪古来宁远担任火器把总，训练炮手操射西洋大炮及守城战法。天启五年夏，孙承宗又采纳袁崇焕的建议，派兵驻守锦州、松山、杏山、右屯及大小凌河，修缮城郭，以屏障宁远。

天启六年正月，努尔哈赤以明廷罢免孙承宗、改任高第为辽东经略和明军匆忙撤关外守军于关内为契机，率军 130 000 两渡辽河，急趋宁远，于二十一日兵临城下。此时，袁崇焕已将包括 11 门西洋大炮在内的 12 门火炮撤入城中，安于四面城墙上待机轰敌。同时命彭簪古率部坚守城东、城北两面，自与家人罗立坚守城西、城南两面。二十三日，后金军围城劝降，遭袁崇焕严词拒绝。同时命罗立指挥炮手轰击，毙敌数十人，迫后金军移营而西。次日清晨，后金军在安有巨型挡板的牌车与厚盾掩护下，以勾梯、火箭等大量攻城器械，猛攻城之西南角。城上发西洋大炮，击杀许多后金军，迫使后金军转攻南门。战斗更加激烈，“城上铳炮迭发，每用西洋炮则牌车如拉朽”①。当他们接近城墙时，又遭到东南和西南两角铳台火炮的交错轰击，死伤惨重。双方激战 3 日，后金军伤亡 17 000 余人，攻城器械尽成废物。努尔哈赤见伤亡太重，攻城不下，便于二十六日撤宁远之围，转攻觉华岛（今兴城菊花岛），以报宁远战败之仇。二十七日，率残兵败将，满怀愤恨地撤回沈阳。史家称明军此战之胜为“宁远大捷”。

此战因袁崇焕指挥得法和西洋大炮的威力巨大，明军以不满 20 000 之兵，击退了后金军五六万的攻城部队。捷报传京，举国欢欣，朝廷称赞袁崇焕使“虏遭屡挫，打死头目，此七八年来所绝无，深足封疆吐气”②，升袁崇焕为兵部右侍郎兼都察院右佥都御史，照旧巡抚辽东，专理军务，驻守宁远③。三月，又封一门“西洋大炮为‘安国全军平辽靖虏大将军’”④，给“管炮官彭簪古加都督职衔”⑤，授罗立为火器把总⑥。徐光启称，受封之炮是他们首批购买的 4 门红夷炮之一⑦。

当年八月，努尔哈赤因宁远之败郁愤而死。新嗣位的皇太极于天启七年（1627 年）五月率部进攻宁远和锦州。五月二十八日，袁崇焕指挥宁远守军发西洋大炮还击。皇太极不敌而逃。欲要攻打锦州，又不能下，遂于六月初五日毁大、小凌河二城后撤退。史家称明军此战之胜为“宁锦大捷”。西洋大炮在宁远大捷和

① 《明熹宗实录》卷七十，天启六年四月辛卯，《明实录》六十九，第 3370 页。
② 《明熹宗实录》卷六八，天启六年二月丙子，《明实录》六十九，第 3218 页。
③ 《明熹宗实录》卷七〇，天启六年四月辛卯，《明实录》六十九，第 3370 页
④ 《明熹宗实录》卷六九，天启六年三月甲子，《明实录》六十九，第 3320 页。
⑤ 《明熹宗实录》卷六九，天启六年三月甲子，《明实录》六十九，第 3320 页。
⑥ 《明熹宗实录》卷七〇，天启六年四月辛卯，《明实录》六十九，第 3370 页
⑦ 徐光启在《徐氏庖言》卷中称：“安边靖虏镇国大将军”为“职所取四位中之第二位也。”与《明实录》中所记载的封号有所不同。



宁锦大捷中发挥了巨大威力，朝廷因此更加重视购西洋大炮和训练炮手之事。

三、明末对西洋大炮的购买和仿制

天启七年（1627 年）十月，朱由俭即皇帝位，3 天内杀了魏忠贤，清除阉党，改明年为崇祯元年（1628 年）。元年夏，崇祯帝恢复徐光启官职，起用袁崇焕抵御后金，并主张购买西洋大炮。

1. 对西洋大炮的购买

崇祯二年正月，朝廷采纳徐光启的建议，命两广大吏李逢节和王尊德，托葡商代购西洋大炮。葡商即献大炮 10 门及枪支若干，由公沙的西劳和陆若汉率领翻译及数名炮手携火炮，于三月自广州出发，十一月二十二日到达涿州，除留下 4 门火炮加强涿州城防外，其余 6 门火门于崇祯三年正月运抵北京，并向崇祯朝廷献上大炮车架样品两具。崇祯帝当即下令“京营总督李守锜同提协诸臣，设大炮于都城冲要之所，精选将士习西洋大炮点放法，赐名‘神威大将军’”①。二三月间，葡萄牙炮师即在北京帮助明廷训练两批炮手，约 200 余人。崇祯四年十月，徐光启以前线迫切需要西洋大炮为由，上奏朝廷建立车营，让大炮装上战车，以增强其机动性，并建议在登莱巡抚孙元化军营中进行试编试练，因为当时精通炮术的登莱监军道王征、登莱副总兵（一称副将）张焘和葡萄牙人公沙的西劳等人，都已经在登莱造炮练兵，具有一定的基础。但是徐光启的这一建议，被孙元化的部将孔有德和耿仲明突然率部投降后金的背叛行为所冲破，城中贮备的 20 门西洋大炮和 300 多门中小型火炮尽为叛军所得。登莱县备炮之多，一方面说明其战略地位的重要，另一方面也同徐光启、孙元化对登莱海防的经营有关。

2. 崇祯年间对西洋大炮的仿制

崇祯朝廷在设法购买西洋大炮等火器的同时，还命徐光启组织人员进行仿制。自崇祯三年（1630 年）二月至八月，共仿制成 400 多门炮。在仿制过程中，他严格要求按科学原理进行，做到工艺必精必细，并将工匠之姓名铸于炮身，以便考查和赏罚。他要求工匠保守机密，使造法“不为奸细所窥”。对于造成之炮，规定了学习和使用制度。对火炮的装填和发射技术，以及望远镜和度板的使用方法等，都不可传授于无关人员。由于他选用的工匠和炮手都十分可靠，所以制炮的质量也都有保证。自崇祯五年起，后金对明廷的军事威胁日益严重，而此时的徐光启已年老多病，天年将尽，他的学生和得力助手也都病故或损折，故明廷仿制西洋火炮之事，只能聘请精通炮术的德意志传教士汤若望等人负责进行。在松山和锦州之战期间，崇祯帝命汤若望在城中择地铸炮，并命一批太监跟班学习铸炮技术，不久即铸成 20 门西洋火炮，经试射，性能良好，接着又造 100 ~ 1 200 斤的各型西洋火炮 500 门②。由于汤若望造炮成绩优异，崇祯帝赐金匾两块，以示嘉奖，后又聘其指导和协助太监造炮。

崇祯末年制造的火炮，在不少地方都有使用，山海关城墙上至今还陈列着当

---

① 《崇祯长编》卷三十，崇祯三年正月甲申，《明实录》九十三，第 1639 页。

② 《汤若望传》说这 500 门炮制于崇祯十五年，《正教奉褒》说制于十三年。又在联邦德国奥古斯特公爵图书馆所藏的《1581—1669 耶稣会士在华传教史说》第 63 页（见累根斯堡 1672 年英文版）中，对此事有较详细的记载。



年使用过的火炮。其中有一门刻有“大明崇祯十六年　仲春吉旦铸造神威大将军一位　重五千斤”等字。炮身长266厘米，口径10厘米，口外径31厘米，炮口至火门227厘米，炮口至炮耳中轴142厘米，炮耳长12厘米，炮耳直径11厘米，尾珠长18厘米。炮身各部设计科学，管长为口径的8.6倍，是当年明军安于山海关城上抗御清军进攻的精良火炮。

1957年，上海文化局在闸北区广肇路发现2门各重700千克的火炮，炮身铸有“大明崇祯十六年二月吉日造红夷灭虏大将军”及“山海关”等字。铭文所包括的内容及行文格式几乎与神威大将军炮上的内容及行文格式一致。可见当年山海关所用的守城炮之多。

在明廷委官造炮的同时，一些地方军政官员，如两广总督王尊德和福建巡抚熊文灿等，也都曾积极仿制西洋火炮，以备军用。王尊德为了仿制西洋大炮，曾先后向葡萄牙人借用20门火炮作样品①。仿制成350门后，向朝廷进献了175门②。其中有一门重达2 700多斤，中国历史博物馆存有其仿制品（照片13），现陈列于天安门内端门与午门之间的广场上。湖南长沙也收藏一批刻有下列字样的火炮[17]：

崇祯六年岭西布政王　总督两广军□□□

岭西左布政□　总督两广军门熊

崇祯十六年　福建军门张　都督造

崇祯十六年　□营造　应天军门郑

崇祯十年后，还有一些由文武官员于明朝垂危时期捐资合造的西洋火炮。石家庄市曾发现一门刻有：

崇祯戊寅岁仲夏吉旦　捐助建造红夷大炮　总督军门卢象升……

等字的火炮，表明它是由当时总督宣府（今河北宣化）、大同军务卢象升等18名文武官员，于崇祯十一年捐资所造[18]。经实测，炮身长190厘米、口径8厘米、重250千克，装填发射火药625克、封口铁子1枚重500克，群子9个，自炮口至尾端有3道箍，中后部有炮耳一对，尾端有尾珠。另外在山西省博物馆中，也收藏了与上述铭文相类似的2门红夷铁炮[6]。由官员私人捐资造炮，一方面说明崇祯朝廷财政枯竭，所铸火炮不敷使用；另一方面也说明当时军情紧急，前线将领就地捐资造炮，以为抗清之用。据《明史·卢象升传》记载，崇祯十年（1637年），清军入墙子岭、青口山，朝廷命卢象升督天下援兵入卫。十一年，清军分三路南下，他分兵迎战。但因兵部尚书杨嗣昌、总监中官高起潜主和，故意按兵不动，十二月，卢象升被迫孤军奋战，在巨鹿（今属河北）蒿水桥之战中，炮尽矢竭，献身沙场。

中国历史博物馆藏有一门重型红夷炮，其上刻有：

明崇祯十二年仲冬吉日铸造　重伍千四百斤　钦命总督军门洪承畴　钦命总督高起潜……（照片14）

① 《徐光启集》上册，《闻风愤激直献刍荛疏》，第299页。

② 《徐光启集》上册，《钦奉明旨敷陈愚见疏》，第316页。



从铭文可知，此炮系洪承畴、高起潜等于崇祯十二年捐资所造，现陈列于天安门内端门与午门之间的广场上。洪承畴虽然与其他官员捐造了重型红夷炮，但他本人并未抗清到底，在崇祯十五年兵败松山，被俘后降清。由私人捐资制造的西洋大炮，在其他一些地方也有发现和收藏。

明末由徐光启等人引进的30门西洋大炮，以及组织工匠仿制的数百门西洋火炮，没有能挽回明军在关外失败的结局，反而在被后金军缴获后，给长于骑射的八旗兵插上入主中原的双翅，这是徐光启及启、祯两届朝廷所不愿看到的后果。然而从历史发展的角度来看，徐光启等人的努力并没有白费。正是由于他们的尽心竭力，才把自嘉靖年以来引进的西方火绳枪炮的制造与使用技术，推进到科学技术水平较高的发展阶段，并促进了当时传统火器的革新。这些成果在清初又得到了一定程度的运用和发展，清王朝平定“三藩之乱”和收复被沙皇俄国侵占的雅克萨时所用的红衣炮，正是利用这种技术造成的。



第六章
传统火器的创新

明代后期的军器局和兵仗局，在大量制造佛郎机炮、鸟铳与红夷炮的同时，还对各种传统火器进行全面的创新，它们具有浓厚的民族特色，形成中华民族火器的大观园。它们同火绳枪炮互补优长，各尽其用，把我国古代火器推进到一个新的发展阶段。

第一节 铳炮类火器的创新

明代后期的铳炮类火器，在明代前期火铳的基础上，又有不少创新，出现了新型的单管枪，提高射速的多管枪，以及轻型、中型和重型火炮。

一、单管枪

明代后期的单管枪同前期的手铳相比，在形制构造上有改进，品种有增加，装填手续有简化，射击速度有提高，杀伤威力有增强，有的安上了瞄准装置，有的则具有多种用途。它们的制品有无敌手铳、击贼砭铳、神威烈火夜叉铳、快枪、赛贡铳、连子铳、一窝蜂、剑枪等。

1. 形体较大的无敌手铳

此铳创制于嘉靖七年（1528 年），重约 16 斤。河北省文物研究所藏有嘉靖十年制的 1 支铜无敌手铳，口径 31 毫米，全长 734 毫米，较明初手铳的形体长大，杀伤力有较大增强。铳身表面刻有如下铭文：

胜字柒百伍拾玖号无敌手铳　嘉靖辛卯年兵仗局造

重拾伍斤

与《明会典·火器》所记载的重量相近。

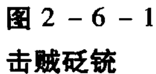


图 2 - 6 - 1
击贼砭铳

2. 一枪两用的击贼砭铳

铳身用铁打造，长 3 尺，后装一根 2 尺长的柄。铳内装填火药与弹丸，铳部后端开有火门，有火捻通出。此铳多为步兵所用。作战时，由士兵点着火捻，将弹丸射出，射程较远。弹丸射出后又可用铳身击敌。是一种两用手铳（图 2 - 6 - 1）①。

3. 发射法马子的神威烈火夜叉铳

① 《武备志》卷一二五《军资乘·火器图说四·铳二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1046 ~ 1047 页。

此铳与一般手铳相同（图2－6－2）①，但是其发射物是一个用坚木制成的类似法马子的铳口塞子。其前端植有几个锋利的镞尖，上蘸虎药，并绑缚一个包有燃烧性火药“神火”的火药包。铳尾装有发射火药，开有火门，火捻从中通出。尾端安一根长木柄。作战时，士兵点着火捻，将法马子射向敌阵。既可以镞尖扎入敌军人马体内，又可焚烧敌军粮草辎重，还可在水战中焚烧敌船桅帆篷索。由于镞尖有3枚倒刺，所以一经扎入目标物后便难以拔出，其杀伤力也远大于一般球形弹丸。

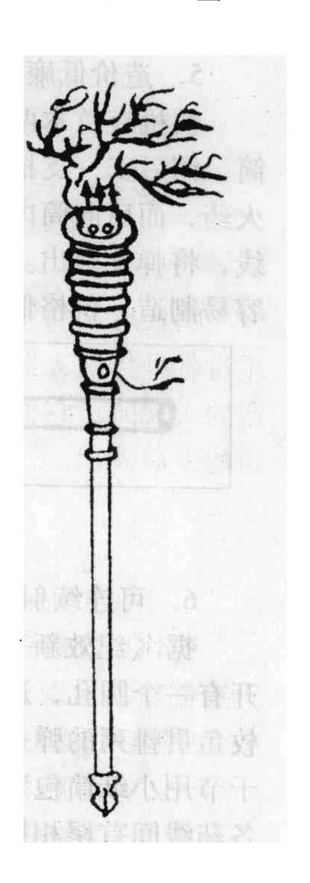


图2－6－2 神威烈火夜叉铳

4. 发射箭矢的手铳

发射箭矢的手铳有单飞神火箭与神枪。

单飞神火箭是一种专门用手铳发射箭矢的长柄手铳。铳管用精铜熔铸，长二三尺，铳膛内装箭矢一支，铳管后部装填一定数量的发射药，管壁上开有火门，有火信从火门中通出。铳尾装一根长木柄。箭矢上蘸虎药，箭杆用竹制造，尾部有翎，使箭矢射出后保持平衡（图2－6－3）。作战时，由射手点燃药信，将箭矢射出，如火蛇经空，可射二三百步远，人马遇之，穿心透腹，中毒而死，一箭可贯穿数人。

神枪也是一种发射箭矢的长柄手铳。铳管较长，用铜或铁铸造。铳膛前部安放一支箭矢，箭下有木送子及铅丸，铳管后部装发射火药，开有火门，有火信从中通出。铳尾后装一根长柄。箭杆用铁力木制作，坚重有力，可射三百步，系平安南时所得（图2－6－4）。②

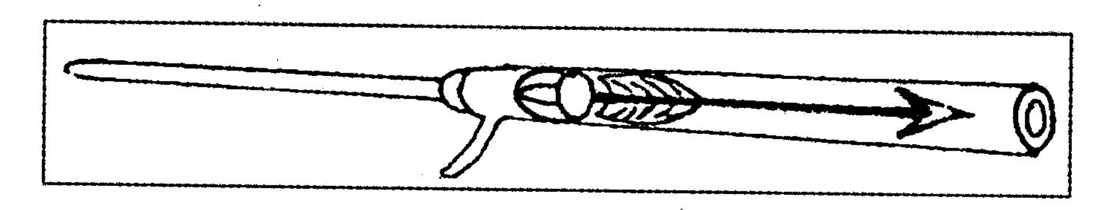


图2－6－3 单飞神火箭

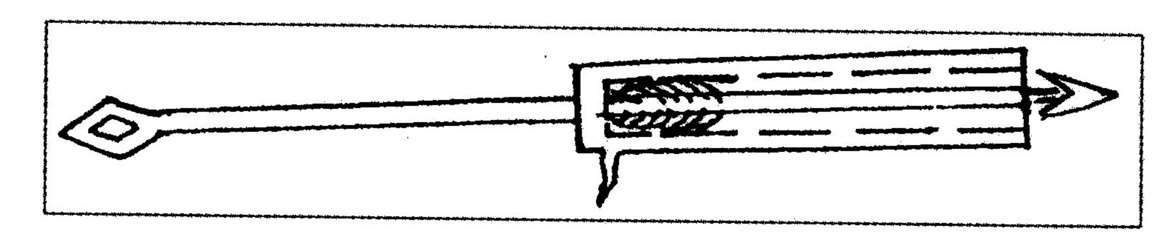
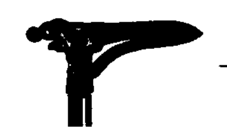


图2－6－4 神 枪

① 《武备志》卷一二五《军资乘·火器图说四·铳二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1047页。

② 《武备志》卷一二六《军资乘·火器图说五·箭一》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1057～1058页。



5. 造价低廉而实用的快枪

快枪有竹木两种，长6.5尺，重5斤，前有枪头，枪头后部安有2尺长的枪筒，筒后安一支枪杆。使用时，先向筒中放一根长1.5寸的火线，再放入3～4钱火药，而后向筒内装填一枚弹丸。发射时，士兵屈前膝架筒，拔去枪头，点燃火线，将弹丸射出。射毕，将枪头装上，作为长枪刺敌（图2－6－5）①。由于快枪容易制造，价格低廉，北方守边部队使用较多。

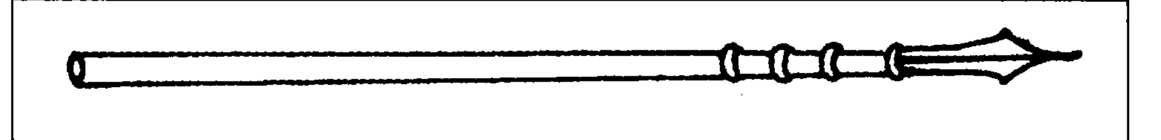


图2－6－5　快　枪

6. 可连续射击的连子铳

据《纪效新书·连子铳式》记载，铳管用铁制造，尾部安有木柄，前部管壁开有一个圆孔，通过圆孔垂直插入一个能自动落弹的小铁筒，筒中事先装填若干枚鱼贯排列的弹丸，能依次落入铳管中。铳管自圆孔口向后至底部，顺序装填若干节用小纸筒包装的火药，药筒底部用厚纸衬垫，并从中通出一根长1寸的药线，各药线间首尾相接，每节药筒中的火药可发射一枚弹丸（图2－6－6）②。发射时，先点燃第一节火药筒中的火药，将落弹筒落下的第一枚弹丸射出。射毕，第二节火药筒中的火药恰好被引燃，将第二枚弹丸射出。而后依次进行，将落弹筒中的弹丸全部射完。由于省去了装填弹药的时间，连子铳的射速要比单铳高得多。

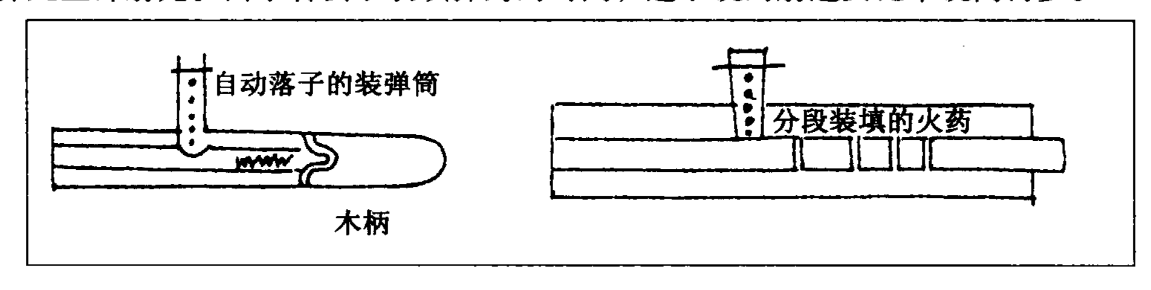


图2－6－6　连子铳

7. 便携式手铳铅弹一窝蜂

铅弹一窝蜂铳的铳身较短，口径较大，用铁制造，铳内能装填百余发弹丸。据《筹海图编·一窝蜂》称，鸟铳每次只能射一弹，命中后才能杀敌，如不命中，便有空射之憾。一窝蜂铳则不同，它一次能射百弹，散布面大，命中的机会多，而且轻巧灵便，士兵可用皮带将其挂在腰间携带。使用时，先将铸于铳身的一个小铁爪插在地上，而后将铳口昂起，进行发射（图2－6－7）。

8. 剑枪

剑枪（图2－6－8）长4.8尺、重8斤，枪口有准星，管后有照门，枪头装有9寸长的枪锋，尾部安有2.3尺长的微曲形中空木柄，柄中前面的9.3寸可存放枪

① 《练兵实纪杂集》卷五《车步骑营阵解上·快枪解》，《四库兵家类丛书》三，第728～862页。

② 《纪效新书》卷十五《布城诸器图说第十五》，《四库兵家类丛书》三，第728～642页。



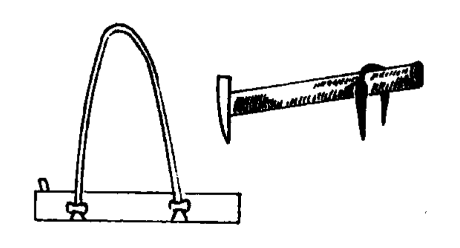


图2-6-7 铅弹一窝蜂铳

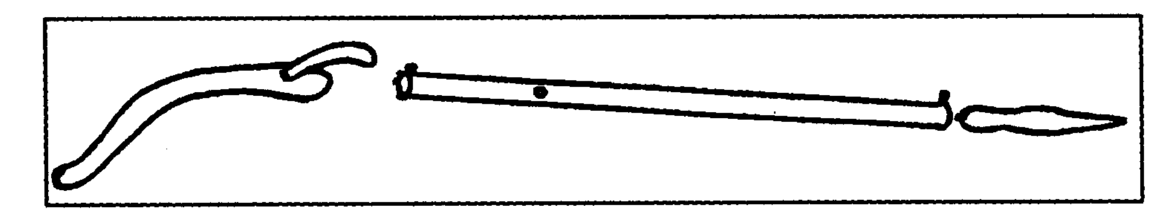


图2-6-8 剑 枪

锋，后面的1.1尺可装3钱火药与1枚铅子。平射时可达200步。此枪可以三用：在敌较远时可作鸟铳射敌，近战时可作棍棒击敌，去掉枪柄后安上枪锋，可作为长枪刺敌。此枪因安有准星和照门，命中精度比快枪高①。

二、多管（多发）枪

多管枪是为提高射速而创制的单兵枪，自2管至36管不等。

1. 双管枪

双管枪有两种构造方式：一种是由两支手铳管夹一根长柄冷兵器构成；另一种是在一根长柄的两头各安一支手铳管。

前一种的代表性制品有夹把铁手枪。又称夹把铳（图2-6-9）。夹把铁手枪是在一体长柄铁叉的两侧，各缚附一个手铳管，内装火药与弹丸。作战时，先以两铳发弹射敌。弹丸射毕后，便以长柄叉刺敌②。



图2-6-9 夹把铁手枪

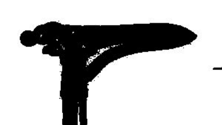
后一种的代表性制品有嘉靖四十年（1561年）军器局制造的两头铳。作战时，士兵先以一端的火铳射敌，而后再以另一端的火铳射敌。

2. 三管枪

三管枪的主要制品是嘉靖年间制造的三眼铳。何汝宾在《兵录·火攻杂记》中指出，鸟铳多用于南方，三眼铳适用于北方骑兵。三眼铳每铳可装填两三枚弹丸，当敌人相距至三四十步时，可进行齐射或依次连射，给敌人以重大的杀伤。当弹丸射毕后，骑兵即可将其作为闷棍击敌。近年来，有些地方曾出土过三眼铳。如1987年10月，在辽阳城南6公里的兰家堡子村后，出土了2件形制构造完全相

① 《武备志》卷一二八《军资乘·火器图说七·器械》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1073～1074页。

② 《武备志》卷一二五《军资乘·火器图说四·铳二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1050页。



同的铁制三眼铳。铳身由3支单铳绕铳柄平行箍联而成，3个铳口成“品”字形布列，都有突起的外缘。前膛外有箍。前膛后接药室，药室开有火门。三铳合用一个安置手柄的长喇叭尾銎。2件三眼铳的构造数据略有不同。其中一件全长405毫米、单铳口径13毫米，另一件全长363毫米、单铳口径15毫米（图2-6-10）[14]。日本学者有马成甫在《火炮的起源及其流传》中，也记载了几件形制构造相类似而实测数据稍有不同的三眼铳出土实物资料。

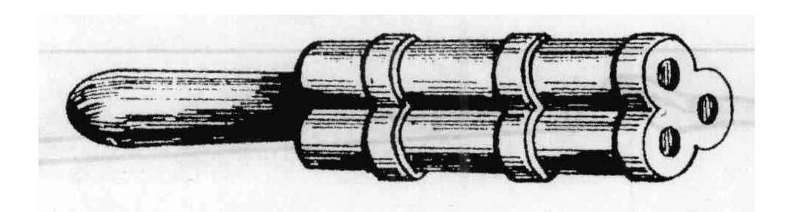


图2-6-10 三眼铳

除上述用金属制造的三眼铳以外，在《武备志·军资乘·火器图说四·铳二》中，还记载了一种用竹管制造的长柄三管枪“翼虎铳”。其制法是选一根长1.5丈、直径1.6寸的长竹柄，在其头部安置一个长枪头，再自枪头向后1.5尺处安置一个如手指形的五股倒尖须钉，钉长4寸。在枪头与倒尖须钉之间，绕柄平行绑缚3个竹制大枪筒。单筒各长1尺，直径2寸，内装火药与铅制弹丸，从筒尾通出一根火捻，并将3根火捻总联在一起。作战时，士兵先点着火捻，将3个枪筒中的弹丸一齐射出。之后再以枪锋刺敌，并以5个倒须钉钩刺敌军人马。可见这是一种三用的竹制三管枪。

3. 四管枪

四管枪在《明会典·火器》的记载中称四眼铁枪，由兵仗局制于嘉靖二十五年(1546年)，其形制构造不详，迄今也未见出土实物。明万历年间，陕西按察司副使刘效祖，在《四镇三关志·建置》中，绘有一种四管枪“四眼铳”的图形（图2-6-11）。从图形看，其构造方式与三眼铳相似，铳头由4支手铳管成四棱平行排列，有4道箍箍合，铳内装填火药与弹丸，铳管后部开有火门，有火线从中通出。铳尾合于一处，其后安一长柄①。作战时，由士兵点燃火捻，既可将铳内弹丸依次连射，又可进行一次齐射。是迄今所见关于四管枪的唯一记载。

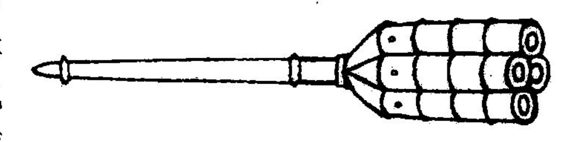


图2-6-11 四眼铳

4. 五管枪

五管枪有两种构造方式。《武备志·军资乘·火器图说四·铳二》记载的一种五管枪——“五排枪”，系由5支手铳以手柄为中轴作对称平行排列（图2-6-

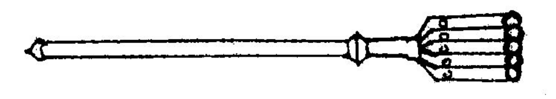


图2-6-12 五排枪

① 《四镇三关志》卷一《建置考》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第533页。



12）。单铳用精铁打造，各重20～21两，长4尺，内装火药与弹丸，开有火门，有火捻从中通出，既可依次连射5弹，又可5弹齐射。

五管枪的另一种构造方式见于河北赤城出土的一批窖藏火器，考古学者称其为“五眼铳”，共有2件。铳身由5支铁制铳管成上2下3作两排平行排列，有3道箍箍合。单铳长46厘米、铳膛与尾銎各长23厘米、口径1.5厘米、重5.5千克，铳后开有火门，有火捻从火门通出，既可依次连射5弹，又可5弹齐射[11]。

5. 七管枪

七管枪的制品有七星铳，《明会典·火器》称“七眼铜炮”，制于嘉靖二十八年（1549年）。《武备志·军资乘·火器图说三·铳一》绘有其图形，铳身由7支铁管平行排列，1支居中，6支绕其周围布置，其外用铁皮包裹，以铁箍3道加固。单管长1.3尺，内装火药与弹丸，后部开有火门，通出火线，各管尾部总联一处，合用一根5尺长的木柄。行军时，将铳身架于车上，轮径1.5尺，由一人推挽。射击时，管口能高能低，运用自如，杀伤力较大。

6. 八管枪

八管枪仅见于《武备志·军资乘·火器图说四·铳二》所记载的“八斗铳”。其制法是在两根长木柄的两头各安两个手铳，手铳安好后，将两根长木柄作“十”字分中式固连，并安于转轴上，使之能绕轴转动。作战时，士兵转动铳柄，依次轮流点火发射。每装一次，可连射8枚弹丸，大大提高了射速。

7. 十管（含十发）枪

十管（含十发）枪有两种构造方式：一种是由10支铳管绕柄平行排列的子母百弹铳和连珠铳；另一种是由单管分十段各开火门的十眼铳。

子母百弹铳由10支铳管平行箍成，一管居中，长1.5尺，其余9管绕其周围布置，各长5寸。单管用精铁打造，10管合用一根安于中间铳后的长柄。10管膛内都装有火药与若干枚小铅丸，后部都开有火门，通出火线，并将其总联一处。作战时，由体强力壮的士兵发射，一次可射上百枚弹丸，具有较大的杀伤力①。与子母百弹铳类似的十管枪是连珠铳，制于嘉靖三十四年（1555年）②，其使用方法也与子母百弹铳相同。

十眼铳系由军器局创制于嘉靖二十五年，《武备志·军资乘·火器图说四·铳二》刊载了它的图形和文字说明。铳身用铜熔铸或用铁打造，重15斤，长5尺。中间1尺为实心，两头各长2尺为铳筒，每头平分5节，每节长4寸，内装火药与弹丸，开有火门（即一眼），节间用厚纸隔开。作战时，射手先点燃接近铳口的一节火药，将弹丸射出。而后依次点燃4节，将弹丸连续射出。射出一头的5发弹丸后，再射出另一头的5发弹丸。这种构造形式的多发铳，在世界军事技术史上也是绝无仅有的。

8. 三十六管枪

---

① 《武备志》卷一二四《军资乘·火器图说三·铳一》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1041页。

② 明·李辅重修：《金辽志》卷二《兵政》，嘉靖四十四年刊本，第69页。



这种多管枪在《武备志·军资乘·火器图说二·炮二》中称“车轮炮”。其制造法是在一个车轮式圆盘上，安18根辐条，辐条两侧各1个火铳，全轮共安36个。单铳用铁打造，长1尺，重1斤，内装适量火药与弹丸，用皮条封口，铳口向外，固于轮辋上，铳底固连于车毂上，轮和铳共重约200余斤。行军时，用一骡驮2轮，并附发射架1个。作战前，先将发射架安于地上，而后将车轮安于架上，由射手转动车轮，依次轮流发射，射完一轮上的弹丸再换另一轮，可连续发射72弹，大大提高了射速。17世纪初，欧洲也有一种安置36管的多管枪。由此可见，东西方的枪炮研制者，采用多管构造的方式来提高枪炮射速的思路是不谋而合的。

三、轻型火炮

轻型火炮是介于枪和炮之间的一种管形射击火器，其杀伤威力远大于枪，但形体较轻巧灵便，便于随军进行机动作战，在明代后期有长足发展。其制品有虎蹲炮、旋风炮、飞礮炮、百子连珠炮等。

1. 虎蹲炮

虎蹲炮是戚继光组织部下创制的一种小型将军炮，因其形体如猛虎蹲坐姿势，故有其名。炮身长2尺、重36斤，自炮口至后有五六道大宽铁箍，口端有大铁爪和铁绊，便于用大铁钉将炮身固定于地面上，以便消减其在发射后所产生的后坐力，克服了原有毒虎炮常在发射后因炮身后冲而自伤炮手的危险。虎蹲炮较佛郎机轻巧灵便，一发能射上百枚小弹丸或50枚较大的弹丸，散布面较大，比鸟铳更能有效地杀伤密集进攻之敌。戚继光在隆庆年间到蓟镇主持练兵事宜时，将此炮装备骑兵营，成为一种较好的骑兵炮。虎蹲炮的出土和传世实物甚少，仅见一门。其上有刻字（照片15）：

崇祯四年十月　日铸成　匠赵士英　虎蹲炮第二十位　重四十九斤六两

这门炮的口径为40毫米、全长350毫米、管壁厚24毫米，总体构造与《练兵实纪杂集·军器解》中所刊载的图片相似，可视为虎蹲炮的代表性制品。

2. 旋风炮

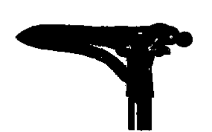
据《明会典·火器》记载，兵仗局在弘治年以前制造过这种火炮，有马成甫在《火炮的起源及其流传》中，刊有此炮的出土资料。从形体上看，炮身粗短，药室微鼓，火门外有一个长方形的火门盖。炮口有一条40毫米宽的带形箍，其他四条窄形箍分布于药室前后、炮膛中后部尾端，全长388毫米、膛长290毫米、尾部长70毫米、口径60毫米，尾部刻有铭文：

旋风炮叁千伍百伍拾肆号　嘉靖庚子年兵仗局

从铭文看，此炮制于嘉靖十九年（1540年），编号之大，说明这是当时明军装备较多的一种轻型火炮。

3. 飞礮炮

飞礮炮是一种发射特殊炮弹的轻型火炮。炮身用铁铸造，长1尺、口径3寸，尾部安一根长2.5尺的木柄，膛内装填发射火药。火药前装填1枚圆柱形炮弹，长4寸、直径2.5寸，弹体内装填毒药和铁渣，弹口用纸糊固，弹底有火线通入炮膛内的发射火药中。使用时，由士兵点燃发射火药，将炮弹射出，同时炮弹中的火线亦被点着。待炮弹射至敌阵后，弹口的封纸破碎，弹壳炸裂，弹内毒药和铁渣



四向飞散，敌军人马或被碎片击中，或中毒后瞬息而毙①。

4. 百子连珠炮

百子连珠炮是一种安于架上发射的轻型火炮（图2-6-13）。炮管用精铜熔铸，长约4尺，炮膛内装填1.5升发射火药。炮管前部开有一口，口上插一个长1尺多的装弹筒，筒内装填百余枚小铅丸。弹筒与炮管接口处密封而不泄气。炮管后部开有火门，有火信从火门通出。炮管尾部安有旋转杆，操作旋转杆可转动炮身，进行旋转发射。作战时，由射手点燃火信，将落弹筒落下的上百枚弹丸依次射出，并转动尾杆，进行转动扫射，其左右射界最大可达170度。是一种构造新颖、设计巧妙的轻型火炮。

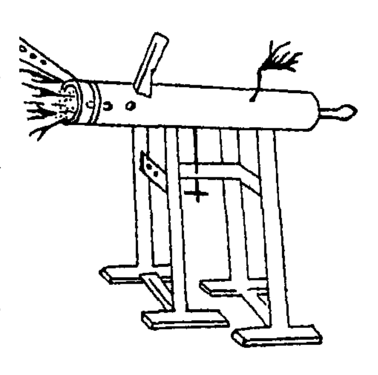


图2-6-13 百子连珠炮

四、发射爆炸弹的火炮

发射爆炸弹的火炮甚多，主要制品有嘉靖年间制造的毒火飞炮、铁棒雷飞炮、火兽布地雷炮，以及八面旋风吐雾轰雷炮、轰天霹雳猛火炮、飞云霹雳炮、毒雾神烟炮等，以毒火飞炮最具代表性。

1. 毒火飞炮

毒火飞炮由明初的盏口炮和小型将军炮发展而来。炮身用铁铸造，内装火药10两，火药前安放用生铁铸造的爆炸弹一发。爆炸弹内装填硫黄与毒药5两，有药信从弹中通出，并与炮膛内的药信相并联。作战时，由射手点着药信，将爆炸弹射出，至敌阵爆炸，既以铁片击杀敌军人马，又以毒药使敌军人马中毒②。

2. 铁棒雷飞炮

炮管用铁铸造，长1尺多，口宽后窄，内装火药与弹丸。距敌较远时可发弹轰击，距敌较近时，可作为铁棍击敌。是一种两用兵器③。

3. 飞云霹雳炮

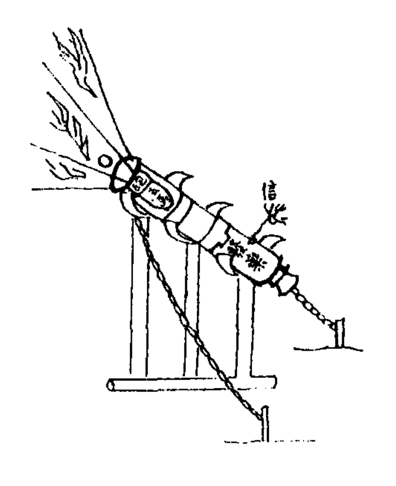


图2-6-14 飞云霹雳炮

飞云霹雳炮是一种安于架上发射爆炸弹的火炮（图2-6-14）。炮管用生铁铸造，后部为药室，内装发射火药，药室壁上开火门，有药信从火门通出。炮管口部有一个法马子做紧塞具，起闭气作用。法马子的前面装填一枚铁铸球形炮弹，弹内装填致毒性火药，有火信从弹壳内通出，并深入发射火药中，与发射火药中的药信并联。炮管外表有三道半环形铁箍，通过铁箍将炮管安置于坚木架上。炮管口部和尾部都用铁链拴扣于地桩上，将炮身固定。炮

① 《武备志》卷一二三《军资乘·火器图说二·炮二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1028页。

② 《明会典》卷一九三《军器军装二·火器》，《明会典》，第977页。

③ 《明会典》卷一九三《军器军装二·火器》，《明会典》，第976页。



架前高后低，使炮管成仰口姿态①。作战时，由射手点着发射火药中的药信，将爆炸弹射至敌阵，同时爆炸弹中的药信被点着，弹体立即爆炸，弹壳铁片四向飞击，毒药烟雾四向扩散，火焰漫天，使敌军人马被击杀、毒杀或烧杀，使营寨和粮草、辎重化为灰烬。若诸炮并用，其毁杀威力使敌难以抵挡。其余八面旋风吐雾轰雷炮、轰天霹雳猛火炮、毒雾神烟炮等，在形制构造、发射方式、杀伤和致毒作用方面，大致与飞云霹雳炮相似。

五、发射箭矢的火炮

发射箭矢的管形射击火器，除单兵用手铳发射的神枪与单飞神火箭外，还有用炮管发射的九矢钻心神毒火雷炮。这种火炮的炮管用精铜制造，管长3.8尺，炮管口部与中部各有一道箍，以强固管身。炮管后部有一个药室，药室壁开有一个火门，从中通出火信。尾部安有一根铁杆形尾柄，操纵尾柄，可使炮管在木架上左右转动。炮管中部插有一根铁柱，通过铁柱可将炮身插于炮架上，炮架用坚木制长方形框架式，以保持炮身稳定（图2-6-15）②。炮管口部装有9支蘸有虎药的箭矢，箭矢插在发射火药中。作战时，由射手点着火信，引燃火药，将9支带毒的箭一齐射向敌军人马，使之中毒，或死或伤。

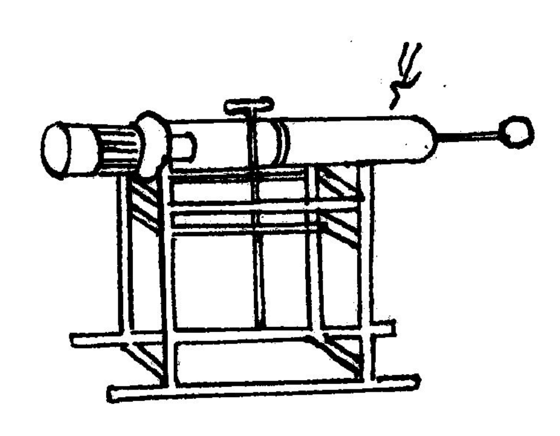


图2-6-15　九矢钻心神毒火雷炮

六、中型火炮

明代后期的中型火炮主要有神机炮，它是由明初神机营装备的小型神机炮发展演变而来。文献中关于神机炮的记载虽所见较少，但出土的实物却可弥补其不足。1931年，在北京西兴盛胡同二号的普济女工厂中，挖出了一批明末所制造的神机炮。据说该厂原是清代某炮局的遗址，厂中埋有较多的明清火炮。当时挖出的火炮有30门，后藏于北京历史博物馆（原址在北京宣武门城楼）。新中国成立后经过多次转移，已不知这批炮的收藏之处。但是笔者在1984年6月去首都博物馆参观时，发现在该馆收藏的火炮中，有的在形制构造上与1931年出土的神机炮很相似，或者就是那批火炮中的一部分也未可知（图2-6-16）。

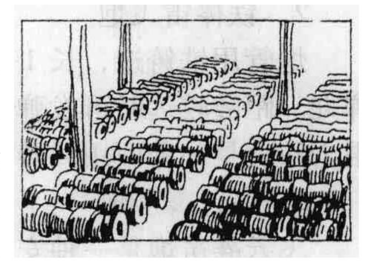


图2-6-16　旧藏神机炮

在1931年出土的神机炮中，有的刻有制造年代，其中有3门铁质神机炮铸于崇祯十四年（1641年），炮身各有5道宽箍。它们的构造数据和铭文分列如下：

---

①《武备志》卷一二二《军资乘·火器图说一·炮一》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1016~1017页。

②《武备志》卷一二七《军资乘·火器图说六·箭二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1065~1066页。



其一，全长900毫米，口径85毫米，口外径200毫米。炮口周围刻有“崇祯十四年十月记　标右十四号　头司领队”等17个字；炮身刻有“右营头司领队”等6个字。

其二，口径70毫米，口外径150毫米。炮口周围刻有“神机六营　言二司头队”等9个字；炮身刻有“崇祯十四年十月　神机六营二司头队”等15个字。

其三，全长715毫米，口径55毫米，口外径145毫米，壁厚45毫米。炮口周围刻有“崇祯十四年十月记　五军四曹二司二队　十六号”等19个字。

从炮身的铭文可知，它们是同年同月制造并装备神机营使用的神机炮。在山海关城楼上的兵器陈列室中，也展出了与上述3门形制构造相似、主要数据相近的铁制神机炮。其中有一门的全长为870毫米，口径75毫米。因外表锈蚀，故不见铭文。

崇祯十四年（1641年）十月，清军在关外步步紧逼，明军屡战不利。为了加强京师的防御，所以崇祯朝廷不但聘请汤若望大量铸造西洋大炮，而且也大量铸造神机炮，以便明军将两者配合使用。现存的神机炮实物充分说明了这一点。

七、大型火炮

据出土实物和明代后期军事技术专著与兵书的记载，当时的大型火炮很多，主要由明初神机营装备的小型盏口炮演变而来，备有炮车，具有较强的杀伤力。其中最著名的有大将军炮、威远炮、攻戎炮、千子雷炮、灭虏炮等。

1. 大将军炮

大将军炮是明代后期制造和使用的大型火炮，除文献记载外，出土实物亦多有所见。其中山海关城楼上陈列了一门具有代表性的铁制大将军炮，炮身长1 430毫米，口径100毫米，口外径201毫米，炮身铭文已不可见，至今保存完好。

此外，还存有万历二十年（1592年）制造的三门大将军炮。它们的构造数据和铭文内容，在《火炮的起源及其流传》中都有记载。

其一，炮管全长1 430毫米，口径113毫米，口外径201毫米，膛长1 220毫米，壁厚44毫米。自炮口至炮尾共有9道宽箍，箍幅50毫米，厚12毫米。炮身前后各有1道环，从炮口向后数，在第九道箍处有炮耳伸出。药室呈算盘珠形，室壁开有火门。炮身刻有6处铭文：第一道箍上刻有“皇图巩固”4个字；第二道箍上刻有“天字壹佰叁拾伍号大将军”11个字；第八道箍上刻有“监造通判孙兴贤”7个字；第九道箍上刻有“贰贯目玉”4个字；药室部刻有“万历壬辰孟冬吉日兵部委官千总杭州陈云鸿”20个字；尾部刻有“教师陈胡　铁匠刘准”8个字。

其二，炮管全长1 420毫米，口径119毫米。除炮管构造与第一门大将军炮相同外，也在相应的6处刻有类似的铭文：“皇图巩固”；“天字陆拾玖号大将军”；“监造通判孙兴贤”；“贰贯目玉”；“万历壬辰仲夏吉日兵部委官千总杭州陈云鸿”；“教师陈雄　铁匠徐玉”。

其三，炮管全长1 362毫米，口径121毫米。除炮管构造与第一门大将军炮相同外，也在相应的六处刻有类似的铭文：“皇图巩固”；“天字二十五号大



将军”；“监造通判孙兴贤”；“万历壬辰仲夏吉日兵部委官千总杭州陈云鸿”；“教师陈湖 铁匠董世金”。

从上述铭文可知，这3门大将军炮分别制造于万历二十年（1592年）的五月、六月、十月等3个月，最大和最小序号分别为天字第135号和第25号，差数为110。如果序号是按实际所制的火炮数编排的，那么从五月到十月的半年中，在千总陈云鸿主造与通判孙兴贤监造下，至少制造了110门大将军炮，平均每月制造18门，足见当时一个军工制造工场的造炮能力已经十分可观。

上述大将军炮的实物图形，与《登坛必究·神铳议》中所记载的神铳颇为相似。书中所说的大将军炮有大中小3种规格，分别发射7斤、3斤和1斤重的铅弹。最初因大将军炮太沉重，难以机动，故未能推广。后来配备了炮车，便能登高涉远，山地平原皆可使用，敌人见了莫不胆寒。

《武备志·军资乘·火器图说二·叶公神铳车炮》中有一幅叶公神铳车炮图，其文字说明称：“其炮（用）净铁打造，天、地、玄三号，名曰公引孙。天字号神炮每位重二百八十斤，长三尺五寸。”这同大将军炮实物及《登坛必究》所记载的数据虽有差异，但其形制构造可以说是一致的。此外，书中还介绍了“地字号神炮重二百斤，长三尺二寸；玄字号神炮重一百五六十斤，长三尺一寸，每位用车一辆”。这种炮车除了前面安有高2.5尺的两轮外，后面还有高1.3尺的一轮，形成前高后低，使炮口稍成昂扬之势，便于发射。炮车的大小，随三种炮身的大小而定。这种火炮可装填火药2斤至1.5斤，并装填大铅弹1个、小铅弹半升。发射后，大铅弹可直冲5～7里（射程有夸大），能透壁凿屋，具有较强的杀伤和摧毁威力。

2. 威远炮

威远炮是由一种大将军炮去箍减重后改制而成的。改进后的威远炮增加药室壁的厚度，提高了抗压能力，同时在炮口安设了准星，尾部安设了照门，提高了命中精度。威远炮有大小两类。小号管长2.8尺，口径2.2分，重120斤，可发射两种铅弹，大铅弹重54两，用火药8两；小铅弹重6钱，每发达百枚，散布面宽约40多步。大号威远炮重200斤，口径与管长的尺寸相应增加。威远炮可在千步之外进行瞄准射击，射程可由炮口下垫木块的多少而调整，通常垫高在1～6寸之间。威远炮每门编炮手3名，配骡1头，每名炮手带铳棍1根，用于捅刷炮膛。一个3 000人的建制营可装备10门，既可用于平原旷野杀伤大面积散置的敌军，又可用于进攻山隘险要，是一种多用途的大型火炮①。

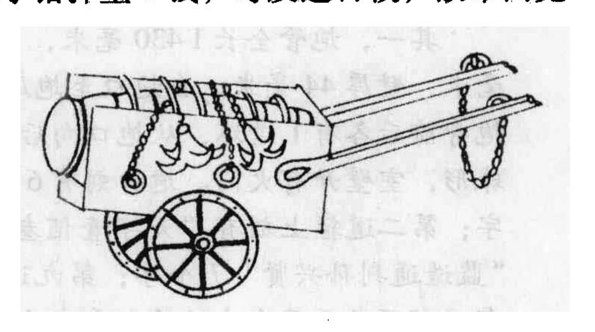


图2-6-17 攻戎炮

3. 攻戎炮

攻戎炮的炮身安装在一辆双轮炮车上，炮车盘上安置一个用榆槐木挖成的车

① 《武备志》卷一二二《军资乘·火器图说一·炮一》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1012页。



厢，炮身嵌在车厢内，加铁箍5道。车厢两侧各有2个铁锚，发射时，将铁锚放在地上，用土压实，以削减后坐力（图2－6－17）。攻戎炮可用骡马拖拽，随军攻城略地，进行机动作战①。

4．千子雷炮

炮管用铜铸造，长1.8尺，口径0.5尺。内装火药6分（可能是6两之误），用杵压实，而后加细土2分，经微压后再装填铁弹丸2～3升。炮身用铁箍扣于四轮车上，车前端安一块隔板以隐蔽炮身（图2－6－18）②。当接近敌军时，即抽去隔板，突然射击，给敌以重大杀伤。

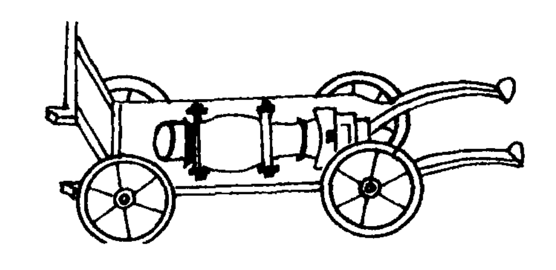


图2－6－18　千子雷炮

5．灭虏炮

王鸣鹤在《登坛必究·神铳议·灭虏炮车图》中说：灭虏炮系叶梦熊组织部下所创。炮身用精铁打造，长2尺，口径2.3寸，重95斤，有五道箍，箍宽1.5寸。此炮“以滚车打放郊硐，一发可五六百步，铅子重一斤，势如巨雷”。行军时，用灭虏车载行，每车可载3门，是当时机动性较好的一种车炮。

书中所提到的叶梦熊是组织设计和造炮的官员，其业绩传布甚少，《明史》卷228《魏学曾等传》有附传。传称：叶梦熊，字男兆。归善（今广东惠州东北）人。嘉靖四十年（1561年）进士。由福清知县入为产部主事。万历时累擢至右副都御史，巡抚甘肃。为人有胆识，敢任事。曾上书自请平定宁夏之乱，以功进右都御史，任南京工部尚书，后卒。有《运筹纲目》、《决胜纲目》等著作传世。可见灭虏炮是他在巡抚陕甘宁边地时所创。后辽阳镇明军按其式样制造了数百门灭虏炮。

以上所述都是明代后期制造和使用的车炮合一的重型火炮。它们具有便于机动，参战速度快，既可以车挡敌，又可以炮击敌等特点，大大提高了火炮在战争中的地位和作用。

明代后期对传统铳炮类火器的改进和创新，主要表现在以下几个方面。

其一，对铸造或打造铳炮的原材料铜和铁的冶炼技术，有了很大的提高，一般都采用精铜或精铁做铳管，提高了铳炮的质量。

其二，多管手铳和车载炮得到了较大的发展，提高了枪的射速和炮的机动性。

其三，装填弹药的方式有较大的改进，连子铳采用落弹筒装填弹丸的方式是一大创造。

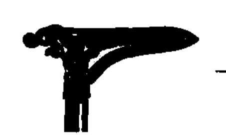
其四，一枪多用的设计思想有了进一步的发展。对火炮发射的安全措施有了较多的考虑，削减后坐力和设置防御挡板等方式已开始采用。

其五，西方火绳枪炮的瞄准装置，已被部分地移用于传统铳炮的制造上。

---

① 《武备志》卷一二三《军资乘·火器图说二·炮二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1033～1034页。

② 《武备志》卷一二三《军资乘·火器图说二·炮二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1035页。



第二节　火箭类火器的创新

明代后期的火箭，在发射方式上可分为两大类：一类是用弓弩发射的火药箭；另一类是利用火药燃气反冲力推进的火箭。前者是宋代弓弩火药箭的改进，后者是宋代烟火的推进装置技术在火箭技术中的应用，是中国古代火箭技术高度发展的产物，堪称现代火箭的先导。

一、弓弩火药箭

由于弓弩火药箭制作简便，造价低廉，因此，仍然是明军装备的一种重要火器，它们的制品除仿宋的弓弩火药箭外，又有经过改进的弓射火石榴箭等新制品。

弓射火石榴箭的构造形式与北宋的弓弩火药箭大致相似，只是火药包的构造有所差异。箭身由箭镞、箭杆、箭翎和缚附的一个石榴形火药包构成（图2－6－19）。箭镞用铁制，成燕尾形张开，镞锋和尾尖都要锋利。箭杆要坚直无节的上好材料制作。尾翎要对称均匀，黏合不散，以便保持箭身飞行时的平衡。火药包用棉纸二三层糊固成石榴形状，箭杆从其中轴线穿过，缚附箭镞后部近处，内装火药，药线从包顶之孔中通出。石榴包的外部加麻布缚紧，用熬化了的松脂封固，再用纸糊固，用油涂刷外表。这种火箭在水陆作战中都可使用。水战时，由弓箭手对准敌船射出。射中桅帆篷索后，箭镞的倒刺尖固扎于篷帆上，药线燃着石榴包内的火药，火焰从石榴包的顶部孔中喷出，恰好喷在篷帆上，将其焚烧，一时很难扑灭，使敌船的战斗力和机动性大受损失。

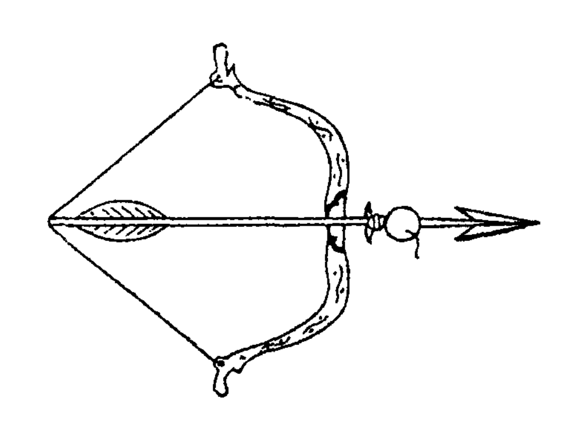


图2－6－19　弓射火石榴箭

二、烟火技术在火箭制造中的应用

利用火药燃气反冲力推进的火箭，在明代得到了长足的发展，其制品繁多，用途广泛，成为仅次于枪炮的杀伤兵器，这同当时烟火技术的高超是密不可分的。

1. 明代烟火技术的高度发展

这种发展主要表现在喜庆与杂耍烟火制品的丰富多彩。明代的沈榜在《宛署杂记》卷一十七中对此有较为详细的描述：

> 放烟火，用生铁粉杂硝、黄、灰等为玩具，其名不一：有声者曰响砲；高起者曰起火；起火中带砲连声者曰三级浪；不响、不起，旋绕地上者曰地老鼠。（烟火中的药料）筑打有虚实，分两（量）有多寡，因而有花草人物等形者曰花儿，名几百种，其别以泥函者曰砂锅儿，以纸函者曰花筒，以筐函者曰花盆。总之曰烟火云。勋戚家有集百巧为一架，分四门次第传爇，通宵不尽，一赏而数百金者。

从上述描述中可知，作者根据各种烟火制品的观赏效应，将其分为四大类，每类又有数十数百种，分类可谓明细。其分类方法对后世产生了深远的影响，对



现今的烟火分类，仍有一定的借鉴作用。

上述四大类烟火制品，不但在单独施放时可以显现出各自的观赏特色，而且可以将它们按一定的观赏需要，综合绑缚于高大的木架上，组合为“成架烟火”，将各个烟花火砲的药信依次相连，具有连环引燃的作用。施放时，只要将为首的烟花火砲的药信点燃，其余的烟花火砲便能依次自动引燃，夜空中顿时百花齐放，产生五彩缤纷的观赏效果，可谓“集百巧于一架”，极为壮观。据明代陶宗仪在《墨娥小录·烟火》中记载，当时的成架烟火，已有冠以金盏银台、金丝柳、赛月明、紫葡萄等22种名称的烟花火砲，可见明代烟火制作技术之高和制作业的兴旺发达。

《宛署杂记》所记载的四大类烟火花砲，都与当时明军使用的火器有关：四大类烟火花砲所发出的彩色烟焰，同明军使用的“五色烟”信号火药相一致；响砲与毬类火器相类似；三级浪是先用起火升空，再用后火药引爆的二级飞砲，同飞空击贼震天雷、神火飞鸦等火箭弹属于同一类制品。地老鼠则直接被明军用作火攻器材；而起火则是烟火花砲的升空装置，被火箭研制者用作火箭的推进装置。

2. 起火被用作火箭的推进装置

用作火药燃气反冲力推进的火箭，在明代之所以能得到长足的发展和广泛的使用，是由于烟火匠师与火箭研制者，对火药在筒形容器中燃烧后所生燃气反冲力的原理有了进一步的认识，对筒形推进装置起火制作技术的进一步提高，以及对火箭推进技术深入掌握的缘故，而起火则是推进火箭的关键装置，明代军事技术家在论及火箭之事时，都提到了起火。茅元仪在《武备志》卷一二六称：

> 火箭，“俱用小竹（为杆），杆长四尺二寸，铁镞长四寸五分，上涂毒药，有捏明火者，翎后钉铁坠，长四分，前绑纸桶（筒）起火”①。

这里所说的是一种最基本的单飞火箭的构造与制作方法，箭镞后部绑缚的一个内装火药的纸筒，就是点火后向后喷射火药燃气推进火箭飞行的推进装置“起火”。这种装置起源于宋代，构造虽然简单，然而却是推动火箭前进的动力装置，是火药燃气反推原理在火箭兵器中的成功运用，是宋至明代烟火匠师与火箭研制者的极有历史意义的重大贡献。

明代的火箭研制者在把起火应用于单飞火箭的基础上，又将数十乃至上百支单飞火箭装于桶（筒）形容器内，构成单级多发火箭，并将各支火箭起火的药信集束总联一处，“总线一燃，众矢齐发，势若雷霆之击，莫敢当其锋者”②。实战时，统兵将领常将十数桶（筒）乃至几十桶（筒）这样的火箭桶（筒），并架于火箭车上运至战地，将药信总联后点燃，万箭齐射，射面可宽达1里多。抗倭名将戚继光所创编的合成军中就装备多辆火箭车。这种火箭车当是后世火箭炮车的先导。

3. 后火被用作火箭战斗部的引爆装置

① 《武备志》卷一二六《军资乘·火八·火箭》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1054页。

② 《武备志》卷一二七《军资乘·火九·一窝蜂》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1069页。



明代火箭的战斗部可分为两大类：其一是以箭镞为战斗部，杀伤方式与冷兵器的弓箭相同；其二是以火药制品为战斗部，杀伤方式是燃烧和爆炸。前者毋庸多言，已为众人所熟知。后者则是由“后火”构成的“后火装置”产生引燃或引爆的杀伤作用。后火装置起始于宋代的烟火制品，在明代得到了进一步的发展，《宛署杂记》中所说的烟火花砲“三级浪”，就是先用起火升空再用后火引爆的烟火制品。明代的有翼式火箭飞空击贼震天雷与神火飞鸦，则是后火被用作火箭战斗部引爆装置的火箭。《武备志》卷一二六对后火药筒的形制构造和使用方法作了详细的描述：

> 凡烧篷帆、营寨火箭，必用后火（药筒），而后火（药筒）之制，必要精妙，乃无误事。送药筒长五寸，外另卷褙纸，比送药筒加长一寸五分，送药筒打满为止，留此一寸五分，少加发药一匙，即将此褙纸线置药上，药线分开四路，直透筒口，即下黄土一分隔之，方入后火药，以木杆稍实之，入满到口，以四药线头具撳（qìn，用手按的意思，也写作揿）伏，药口用线纸二三层封固。如此秘法，万无一失。①

文中所说的送药筒即前药筒，也就是起火，但是它的顶部并不封口，同时在其外部另外套上一个纸筒，比前者加长一寸五分作后火药筒。装药时先用发射药装满送药筒，而后在外加的一寸五分中装入少量的发药（即战斗部中的主装药，也就是爆发药），再放入装有药线的褙纸线（起固定药线的作用），药线直通筒口，随即下少许黄土为隔，然后装填“后火药”，即战斗部中的主装药，装满后，便将药线在筒口按好，并封固待用。发射时，先点燃起火的引线，引燃发射药，发射药产生的火药燃气反冲力，推进火箭向前飞行。发射药燃烧将尽时，便引燃后火药筒中的发火药，烧着褙纸和药线，将主装药燃着，后火药筒即爆碎燃烧，产生杀伤和摧毁作用。这就是用“后火”引爆火箭战斗部的全过程。前文提到的飞空击贼震天雷、神火飞鸦等，也都是利用“后火”引爆战斗部的火箭。将“后火”用作引爆火箭战斗部的装置，使火箭的杀伤与摧毁力上了一个新台阶，这是明代烟火匠师与火箭研制者对火箭兵器的发展所作出的一大贡献。

4．走线在二级火箭中的应用

“走线”在《武备志·飞空砂筒》中称“来去之法”，即用药线串联两个方向相反的“起火”，实现二级火箭的发射与返回，其制造与发射过程见本节下文“五、二级火箭”。

三、单级单发火箭

这类火箭有槽射、架射、有翼、双喷筒发射式4种，其构造与施放方式各有其妙。

1．槽射式火箭

槽射式火箭是安于滑槽内发射的火箭。箭镞后部缚附一个发射用的火药筒（简称送药筒），药线从尾部通出。施放时，将火箭安放在一个滑槽上，而后点着

① 《武备志》卷一二六《军资乘·火八·后火药筒》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1058～1059页。



火线，引燃筒中火药，产生火药燃气反冲力，将火箭至敌方，杀伤敌军人马。此处所用的滑槽又称“火箭溜”或“溜筒”，系赵士桢所创，它能使火箭按预定的方向和高度飞行，提高了命中率，颇有现代火箭导轨的作用。钉篷火箭便是其中的一种制品。

钉篷火箭主要用于水战，据何汝宾在《兵录·钉篷火箭》中说：水战“若用寻常火箭，贼易救灭，无益于事”，若用钉篷火箭则大为有益。钉篷火箭的先进之处有二：其一是箭镞采用倒须铁钉的形式，一旦射中敌船的桅帆篷索后，倒须铁钉便扎于其上，有能入而不能出的特点；其二是在箭镞后部缚附了一个向前喷射火焰的火药筒（简称后火药筒），当钉篷火箭扎刺于篷帆时，后火药筒喷出火焰，焚烧桅帆篷索，使敌船丧失机动和战斗能力。钉篷火箭的箭身、后火药筒与溜筒等3个组成部分，都采用了当时先进的制作技术。钉篷火箭的箭身由箭镞、箭杆、尾翎构成，并在箭镞后部缚附一个火药筒。箭镞用精铁打造而成，如剑脊有棱，成倒须向后张开，不合格的铁皮一律不得用来制作箭镞。箭杆用坚直无节的材料制成，使火药筒能密切贴合其上，尾翎用坚硬的鹅毛胶固而成，其外用丝缠络，以红油粘口而不使脱落。

火药筒用上好的双连冒檐纸与徐青纸多层，卷成长5寸的坚实纸筒，自筒口向深入3寸处（约占全筒长度的2/3），用1分厚的土作分隔层。分隔层向前至筒口装填2.5两的发射火药，并用杵将其筑实，再从其间打成一孔，以便插一根药线。分隔层向后至筒尾装填3钱毒性火药，并有药线从筒尾通出，与发射火药中药线的另一端相连。于是全筒的前部2/3用作发射火药筒，后部1/3用作焚烧火药筒，两者以药线相连。火药筒制成后，将筒口向后、筒尾向前（即镞尖方向），缚附于箭杆上，准备放置于“溜筒”上发射。“溜筒”系“火箭溜”式装置。其制法是用一根长与钉篷火箭相等的竹竿，削去半边，在前后两端适当部位，各留一段小管不削（图2-6-20），供安置箭身用。

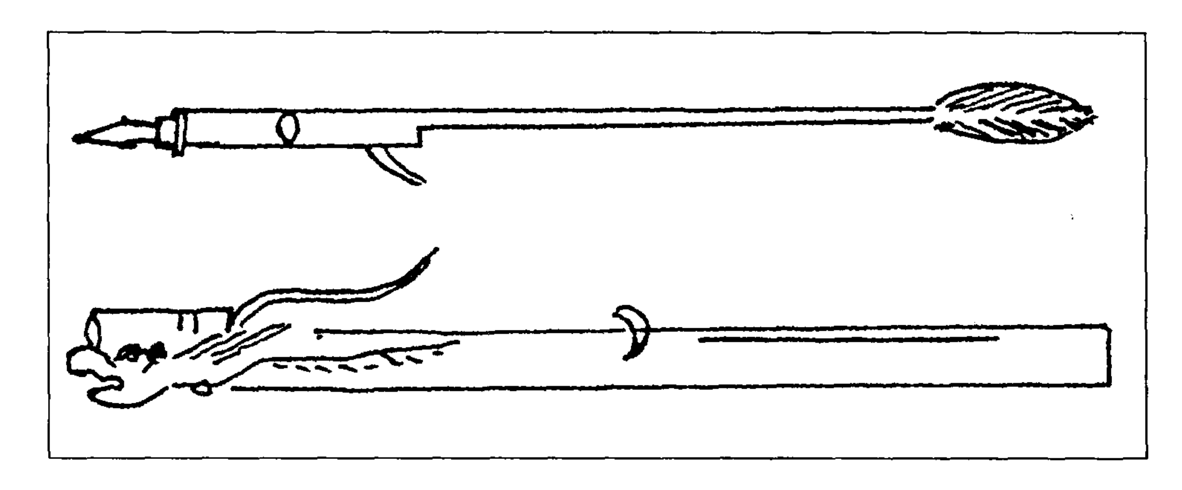


图2-6-20 溜 筒

发射时，射手将已缚附火药筒的钉篷火箭放置于溜筒上，点着从发射火药筒口通出的火药线，将发射火药引燃，借助火药燃气的反推力，使火箭按“溜筒”所对敌船的方向射出。当钉篷火箭扎刺在敌船的帆篷上时，发射火药筒中的药线



恰好将毒性火药筒中的药线点着，毒性火焰随之喷出，焚烧船上的桅帆篷索，毒杀船上的人员。又因火焰有毒，故船上人员无法扑救，只得任其焚烧。

钉篷火箭设计巧妙，将发射火药筒与喷射火药筒连于一体，置于具有导轨作用的“溜筒”上发射，既有较高的命中精度，又有较强的焚烧效果，是当时火箭制造者智慧的结晶。

2. 架射式火箭

架射式火箭是安于架上施放的火箭。戚继光在《练兵实纪杂集·飞枪飞刀飞剑解》中，记载了其部所创制和使用的飞枪箭、飞刀箭、飞剑箭等3种架射式火箭，合称“三飞箭”。又称“大火箭”。它们的箭杆都用坚硬的荆木制作，长5~7尺，粗6~7分，全箭重约2斤。镞长5寸，横阔8分，分别制成枪形、刀形、剑形锋刃，能透敌兵铠甲。镞后绑缚一个长7~8寸，粗2寸的纸制火药筒，筒尾有药线通出。箭尾有三棱大羽翎，保持剑身在飞行时的平衡（图2-6-21）。

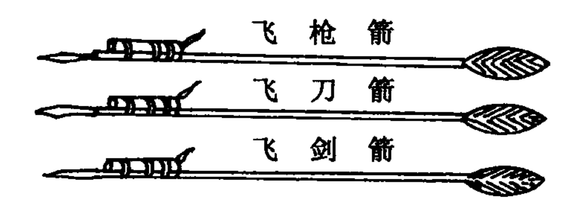


图2-6-21　三飞箭

“三飞箭”在水战时，以有枝丫之物为架，竖立于船舷木上，将箭置于架上，用手托住箭尾，对准敌船，点燃筒尾药线，将箭射出，射程可达300步。陆战时，用有叉锋的冷兵器镋钯竖立于地上，以叉锋作发射架，搁置火箭，将火箭射出。

该书对火箭筒的制作工艺有很高的要求。通常用上好的纸张卷成长7~8寸，粗2寸的纸筒，内装火药，用杵筑实如铁。而后用钻在其中间深钻一孔，圆孔要直，否则箭身将斜飞出筒。钻头以5寸长为好，通常要用5个钻头轮流更换。在钻孔过程中，钻头要常蘸水冷却，以免引燃火药，自伤工匠。圆孔的深度一般以全筒的2/3为佳，太浅则射出的箭松缓无力，太深则火突箭头之前，火箭不易飞行。

3. 有翼式火箭

有翼式火箭的代表性制品有神火飞鸦和飞空击贼震天雷两种。

神火飞鸦是一种多火药筒并联的鸦形火箭。鸦身用竹篾或苇草编成，形似竹篓，内装火药，背上钻孔，从中通出4根各1尺多长的药线，并使之与鸦腹下斜插的4支起飞火箭的药线相连，而后用绵纸将鸦身糊固，安上鸦头鸦尾和两翅如飞行姿势（图2-6-22）。使用时，先点燃4支起飞火箭，借助火药燃气的反推力，驱动鸦身飞行，远可百余丈。到达目标时，起飞火箭的药线恰好将鸦腹内火药筒的药线点燃，使火药燃烧，焚毁目的物。

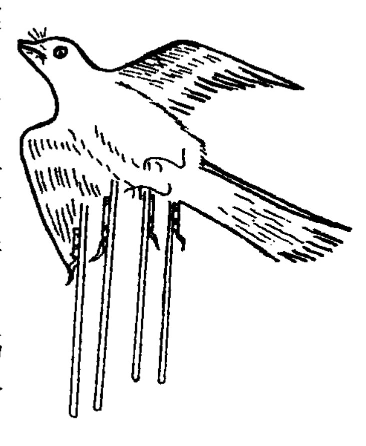


图2-6-22　神火飞鸦



飞空击贼震天雷是一种运载爆炸性火器的火箭。其制法是先用竹篾编成直径3.5寸的震天雷体，上安双翅，以维持飞行平衡。内装爆药与几支涂有毒药的菱角，中间安置一个长2寸的纸制喷射火药筒（起火），药信的一头露出筒外，另一头与雷体内的爆药（后火）相连，外表用十几层纸糊固，涂上颜色。这种火箭多用于攻城作战。攻城时，由射手顺风点着药信，火药筒即喷射出火药燃气，将震天雷推送至城上爆炸，顿时烟飞雾障，涂有毒药的菱角扎人，守城士兵难以抵御，是一种攻城利器。

这两种火箭，已将单级喷气火箭用于运载冷兵器进行个体杀伤，发展为运载装药火器进行群体杀伤与破阵攻城的火器，扩展了火箭的作战用途和增强了战斗威力。

4. 双喷筒火箭

《武备志·军资乘·火器图说六·箭二》中，记载了一种构造巧妙、推力较大的二虎追羊箭。箭杆用坚木制作，长5尺，箭镞制成三股叉形，箭镞与箭杆组成一支长柄叉，箭尾有羽翎，近翎之两侧各安一个起飞火药筒，筒长4.5寸、直径7分，内装发射火药，药线从筒尾通出，并联结一处。叉形箭镞后部两侧绑缚一个喷口向前的喷火筒，筒长4.5寸，直径7分，内装燃料与毒性火药，有药线从筒口通出，并与起飞火药筒中药线的另一端相连（图2-6-23）。使用时，由射手点着两个起飞火药筒中的药线，以火药燃气反冲力将火箭射至敌方，叉形镞头刺中目标，同时喷火筒中的药线被起飞火药筒中的药线引燃，筒中毒性火焰喷出，焚烧敌军的营棚或战船，毒杀敌军的人马。



图2-6-23　二虎追羊箭

四、单级多发火箭

单级多发火箭一般是将多支装有火药筒的火箭，放置于一个筒形（包括铳、桶）发射装置中，点火后众箭齐发的单级火箭。

1. 铳射式多发火箭

铳射式多发火箭有单铳多发火箭与多铳多发火箭。前者有神机箭，后者有三只虎钺和七箭箭。火箭大多装于铁火铳或竹、木筒中①。

神机箭以大毛竹为筒，筒大而长，与金属铳相似，但制法简易，造价低廉，筒身前部开有孔，以便火箭的药线从孔中通出。筒内可放置2~3支火箭。火箭以竹为杆，箭镞如燕尾形，箭尾安羽翎，箭镞后部绑缚一个火药筒。火药筒用上好的纸卷成，筒内装满毒性火药，用杵筑实，另放火块，前后用油纸封糊，以防渗水转潮，筒尾有药线通出。使用时，将放入筒内2~3支火箭的火药筒之火线总联一束，从毛竹筒前部的圆孔中通出，由射手将其点燃，借助火药燃气的反推力将火药一齐射出，达到燃烧目的。神机箭在水陆作战中都可使用，水战时用以焚烧敌船桅帆篷索，陆战时用以焚烧敌军营寨粮草。

---

① 《武备志》卷一二六《军资乘·火器图说五·箭》、卷一二七《军资乘·火器图说六·箭二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1056~1057页、第1063~1065页。



三只虎钺箭是在一支铁制长柄三眼铳的铳管内，分别插入一支火箭。每支火箭都由箭身绑缚一个火药筒组成。火药筒内装满火药，有火线从尾部通出，并经铳管后部的圆孔通出。使用时，先将3支药线总联一束，由射手将其点燃，借助火药燃气的反推力，将火箭一起射出。

七筒箭是用7根长4尺、直径8分的竹筒作箭筒，将筒内打通，筒外磨光，平行排列，在筒尾用牛皮制成箭盘，将其并联固定。每根竹筒中安放一支火箭。箭镞长2.3寸，箭杆长4.5尺，翎长4寸。箭镞后部绑缚一个火药筒，火药筒长4.5寸，直径1.2寸，内装火药，有药线从筒尾通出，并经过每根竹筒尾部的圆孔通出。使用时，由射手将7支火箭的药线总联一束，用火点着，将7支火箭一齐射出，射程可达200步，是杀伤敌军快速骑兵的利器。

2. 袖珍式多发火箭

袖珍式火箭的制品有小竹筒箭，竹筒长1.2尺，内装小火箭10支，箭镞上涂毒药，火药筒长1.5寸，总重2斤，每名士兵可携带四五个。当与敌军相距百步时，即以众多小竹筒箭射敌，具有突发密集的特点，敌军一时手足无措，必遭重大杀伤。

3. 双向齐射式多发火箭

其制品有双飞火笼箭，其制法是先用竹篾编长4.2尺、围5尺的无盖无底式大竹筐，其外表糊上纸，涂上油，两头横面用铁条分为井字形方格，每格可插一支火箭。火箭杆长4尺、镞长1.5寸。翎上钉一个长4寸的铁坠，以保持箭身飞行时的平衡。每支火箭箭镞后部绑缚一个火药筒，从筒尾通出火线。使用时，分别向大竹筐两个端面的井字格内插入十几支火箭，并分别将它们的药线总联成两束，由射手将它们点燃，借助火药燃气的反推力，将火箭分别从两个方向射出，杀伤密集进攻之敌。这种火箭适于从山坡上向山下发射，是守备制高点的利器。

4. 喇叭口式多发火箭

其制品有五虎出穴箭与小五虎箭。其制法是先将一根毛竹筒上部剖开6寸多长，编成喇叭形篮筐，内外用漆布坚密糊固，不使其渗水生潮，筒口用铁条分为井字形箭格，可插5支火箭。箭杆用荆木制作，长2.5尺，箭镞为燕尾形，尾部有羽翎，翎上加铁坠，以保持箭身飞行的平衡。箭镞后部绑缚一个火药筒，筒长4寸，内装火药，有药线从筒后通出，5个火药筒恰好处于喇叭口形篮筐的部位。使用时，先将5支火箭的药信总联成一束，由射手将其点燃，借助火药燃气的反推力，将5支火箭一起射出。这种火箭轻巧灵便，适于骑兵使用。

5. 桶射式多发火箭

桶射式火箭的制品甚多，仅《武备志·军资乘·火器图说六·箭二》中，就记载了百虎齐奔箭、群鹰逐兔箭、长蛇破敌箭、群豹横奔箭、一窝蜂火箭等制品。它们一般是以多支绑缚火药筒的火箭，安置于一个口大底小或上下一样大小的火箭桶中，桶内有分层箭格板，每支火箭分插一格，而后把它们的药线集束一起，通出桶外。使用时，将药线点着，借助火药燃气的反推力，众箭顿时齐发，射程可在百步以上。这类火箭射出的火箭多，密度大，杀伤效率高。如百虎齐奔箭，箭镞涂有毒药，一发百箭，射中敌军后，不死即伤。群鹰逐兔箭，箭桶的两头各

装30支火箭，射毕一头再射另一头，敌军难以招架。长蛇破敌箭一发30箭。群豹横奔箭一发40箭，射面横布数十丈，若在野战中横列几十桶火箭，杀伤正面可宽达1里多。

其中一窝蜂火箭一桶能装32支火箭（图2－6－24），箭镞涂有毒药，箭力猛劲，锐能贯革，曾在朱棣发起的"靖难之役"中使用过。建文二年（1400年）四月，建文帝委派大将李景隆率明军数十万，在白沟河（今河北省境内）与燕王朱棣率领的燕军进行激战。李部以一窝蜂火箭齐射燕军。燕军只见"敌军中举火器时，闪烁有光"，"着人马具穿"①。燕军中箭甚多，伤亡较大。这是我国史书中关于使用喷气火箭进行作战的最早记载。

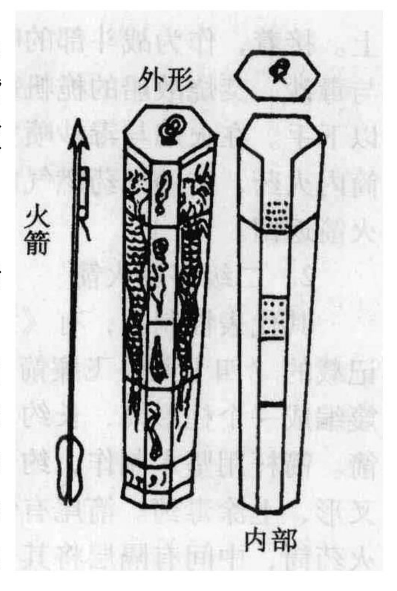


图2－6－24　一窝蜂火箭

五、二级火箭

二级火箭是明代火箭技术发展的一大成就，也有单发与多发两大类。

1. 二级单发火箭

这类火箭的制品有火龙出水与飞空神沙火。

火龙出水是运载火箭加战斗火箭的二级火箭。箭身用5尺长的好毛竹制成龙腹式箭筒，去节刮薄，两头安上木雕的龙形头尾，内装多支火箭，龙口昂张，利于喷射腹内的火箭。头尾下部两侧各安1支重1.5斤的起飞火箭，箭镞后部绑一个火药筒，箭尾有平衡翎。装配时，先将4支起飞火箭火药筒的药线并联，而后再同龙腹内火箭所附火药筒的药线串联（图2－6－25）。这种火箭多用于水战。作战时，在离水面3～4尺高处，点燃4支起飞火箭的药线，利用火药燃气的反冲力推进火龙出水飞行，可远达2～3里，当4支起飞火箭的药信燃尽时，恰好点着龙腹内火箭的药线，火箭借助火药燃气的反冲力脱口而出，飞向目标，杀伤敌船官兵。

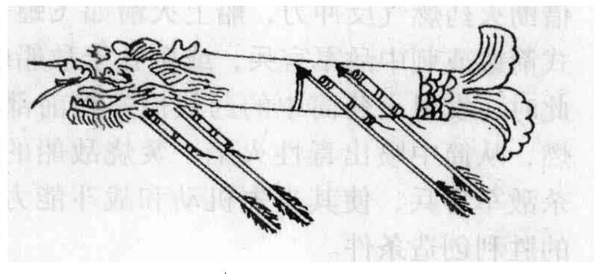


图2－6－25　火龙出水

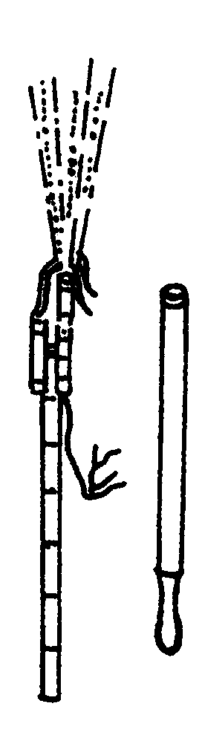
飞空神沙火又称飞空沙筒②，是一种可返回式火箭（图2－6－26）。箭身用竹片制成，连火药筒共长7尺。供起飞和返回用的两个火药筒，颠倒绑缚于箭身前端的两侧。起飞用的火药筒喷口向后，其上面连接另一个长7寸、径7分的喷沙火药筒，内装燃烧性火药与特制的毒沙，筒顶上安几根薄型倒须枪，构成战斗部。返回用的火药筒喷口向前。3个火药筒的药线依次相连，放在"火箭溜"上进行发射。发射时，先点燃起飞火箭的药线，对准敌船发射，使箭身的倒须枪刺在篷帆

① 《明太宗实录》卷六，（建文）二年四月己未，《明实录》六，第64页。

② 《武编·火》中称"飞空神沙火"，《武备志·军资乘·火器图说八·喷筒》中称"飞空沙筒"。两者所说的制作方法完全相同。

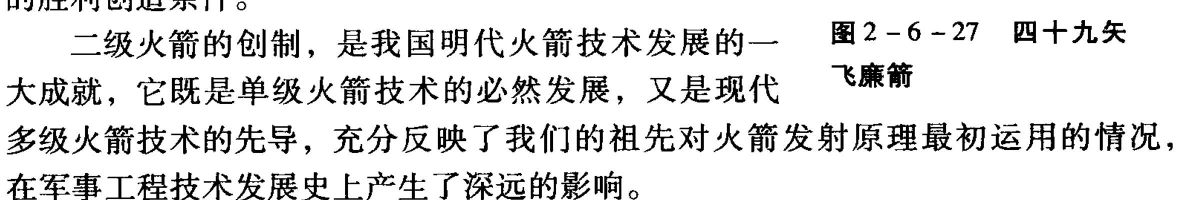


上。接着，作为战斗部的喷沙火药筒的药信被点燃，喷射出火焰与毒沙，焚烧敌船的桅帆篷索。当敌人救火时，因毒沙迷目，难以下手。在火焰与毒沙喷完时，返回火药筒的药线被点燃，引燃筒内火药，借助火药燃气的反冲力，将飞空神沙火反向推进，使火箭返回。


图2-6-26 飞空神沙火

2. 二级多发火箭

其代表性制品，有《武备志 ·军资乘·火器图说六·箭二》记载的“四十九矢飞廉箭”（图2-6-27）。其制法是：先用竹篾编成一个柱形筒，长约4尺，筒外用纸和布糊固，内装49支火箭。箭杆用坚木制作，约长于篾竹筒。箭镞用薄铁制作，成三股叉形，上涂毒药。箭尾有翎。箭镞后部绑缚一个长2寸多的纸卷火药筒，中间有隔层将其分为两节，隔层面上开有一个圆孔。前部筒内装填燃烧性火药，并在其中加入砒霜和巴豆等毒性物料，有药线通向后部筒中。后部筒内装填发射火药，有药线从筒尾通出，其另一端与前部筒中的药线相连，并将49支箭的药线集束一处。此火箭多用于水战。作战时先将战船驶于有利阵位，并在船上多置飞廉箭，对准敌船，由射手点着发射火药筒中的药线，借助火药燃气反冲力，船上火箭如飞蝗一般飞向敌船，三股钢叉式箭镞或刺中敌军官兵，或刺扎于敌船的桅帆篷索上。此时，发射火药筒中的药线恰好将前部筒中的药线点燃，从筒中喷出毒性火焰，焚烧敌船的桅帆篷索，毒杀敌军官兵，使其丧失机动和战斗能力，为夺取水战的胜利创造条件。


图2-6-27 四十九矢飞廉箭

二级火箭的创制，是我国明代火箭技术发展的一大成就，它既是单级火箭技术的必然发展，又是现代多级火箭技术的先导，充分反映了我们的祖先对火箭发射原理最初运用的情况，在军事工程技术发展史上产生了深远的影响。

第三节 燃烧与爆炸类火器的创新

明代后期的燃烧性与爆炸性火器甚多。前者有各种喷筒与火毬，后者有各种爆炸弹、地雷、水雷等。它们虽由此前的火器演变而来，但在形制构造、作战用途、杀伤与摧毁威力等方面，都有不同程度的创新，成为传统火器发展高潮中的一个重要组成部分。

一、喷筒类火器

喷筒类火器类似现代的喷火器，是以喷射火焰和毒杀敌军人马，烧夷敌军粮草积聚和守备设施的管形喷射火器，由南宋年间陈规创制的长竹竿火枪发展演变而来，其后的文献记载较少。到了明代后期，新品种创制甚多，其主要制品有水战用的飞天喷筒、守城用的满天喷筒、攻城用的毒龙喷火神筒、野战用的钻穴飞



沙神雾筒、散毒用的神水喷筒等。

1. 用于水战的飞天喷筒

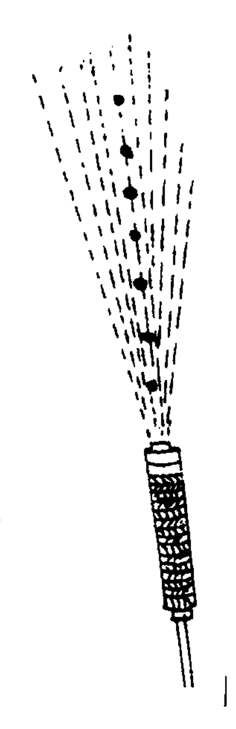


图 2-6-28
飞天喷筒

飞天喷筒在《武备志》卷一二九中称毒药喷筒。《筹海图编》卷十三中记载了它的形制构造图（图2-6-28），筒身用长1.5尺，粗2寸的竹筒制成，筒外用麻绳缠紧，尾部安有5尺长的手柄。装填时，先装灰（炭粉）多硝少的慢燃烧火药一层，次装喷射火药一层，再装填用硝石、硫黄、樟脑、松脂、雄黄、砒霜等易燃和致毒药料配制的火药饼一枚，药饼的两边留有通火渠槽，并将其适当压实，而后依次用同样的方法再装填5枚药饼，轻放轻压，不使破碎，否则会降低威力。在装填发射火药与火药饼时，用药量要适当，过多会爆裂竹筒，过少则喷射无力。如果装药量适当，则在水战中可将火药饼喷至数十丈远的敌船上，黏附在桅帆篷索上，将其烧毁①。

2. 用于守城的满天喷筒

满天喷筒的制法是：取两节中等大小的毛竹为筒，筒外用胶布多层箍紧。筒内装填火药、砒霜、斑猫、缸子、硇（nǎo）砂、胆矾、皂角、铜绿、川椒、丰夏、燕粪、烟煤、石灰、斗兰草、草乌头、水胶、大蒜等致毒和刺激性物料。喷筒制成后绑缚于长枪头上，点火燃烧，喷射火焰，烧灼、毒杀攻城敌军，是一种守城利器②。

3. 用于攻城的毒龙喷火神筒

毒龙喷火神筒用长3尺的毛竹为筒，筒内装填燃烧性和致毒性火药。制成后绑缚于高杆之首，用于攻城作战。攻城时，由士兵将其持至城上垛口，乘风喷火，毒焰熏灼守城官兵，使之丧失战斗力。攻城者乘机蚁附而上，攻入城内③。

4. 用于野战的钻穴飞沙神雾筒

这是一种喷撒毒沙的喷筒。其制法是以长度适当的毛竹为筒，筒后安一根用坚木制作的手柄。筒内装填用硫黄、川乌、草乌、硇沙、巴霜、斑猫、姜粉等碾成的细沙状药料。作战时，先占据上风有利阵位，而后顺风扬沙，使钻入敌人孔窍，使之中毒昏迷或双目失明，将敌击败④。

5. 用于散毒的神水喷筒

神水喷筒用3尺长的毛竹为筒，一头留底，一头作筒口，筒外用铁丝缠紧。筒内盛放用川乌、狼毒、巴霜、硇沙、红砒、斑猫等十多种药料煎熬的毒性药水。

---

① 《武备志》卷一二九《军资乘·火器图说八·喷筒》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1080页。

② 《武备志》卷一二九《军资乘·火器图说八·喷筒》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1080页。

③ 《武备志》卷一二九《军资乘·火器图说八·喷筒》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1081页。

④ 《武备志》卷一二九《军资乘·火器图说八·喷筒》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1082~1083页。



再用竹条一根，用棉花包头，浸入药水中。当接近敌军时，即用竹条将毒药水撒入敌军中，使之中毒①。

喷筒的种类还有一些，但它们的构造和杀伤方式，大致不外乎上述几种。

二、火毬类火器

火毬类火器系由北宋初创制的火毬发展演变而来，包括火毬、火砖、火桶等抛射火器。按用途可分为毒性火毬、燃烧和障碍火毬、烟幕和遮障火毬等三大类。

1. 毒性火毬

这类火毬的内部都装填火药与各种毒性药料，用管射、投掷或抛射方法，将其送至敌方爆炸，产生毒性烟剂，使敌军人马中毒，丧失战斗力。它们大多用于攻守城战与水战之中，主要制品有烂骨火油神砲、钻风神火流星砲、神火混元毬、火妖、火弹等②。

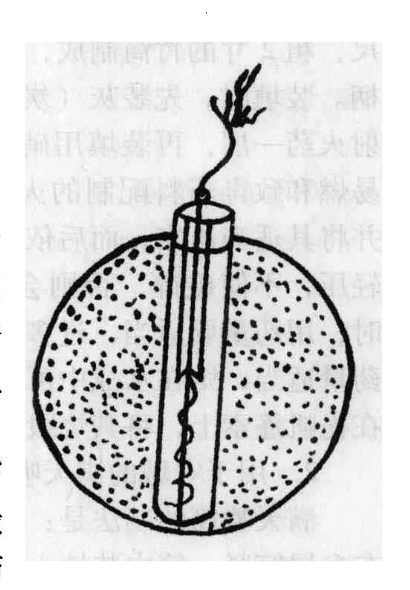


图 2－6－29
烂骨火油神砲

烂骨火油神砲的制法是在一个纸糊毬壳内装填火药与桐油、银锈、硇砂、金汁、蒜汁、磁粉等助燃与毒性药料，并在毬内的中央安一个引爆火药筒，筒尾通出药信。制好后封固待用（图 2－6－29）。使用时，由士兵点着火药筒的火信，将其抛掷敌方爆炸，毒性药剂黏附人体后，可使肌肤腐烂；触及眼睛后立即失明。

钻风神火流星砲是一种铁壳毬形爆炸弹，中央放置一个火药筒，有火信从筒口通出。火筒四周装填各种毒性药料。这种火毬有大有小，大者装入炮膛，将发射火药的火信与火毬的火信相连，由射手将其射入敌阵。小者由士兵用手投掷至敌阵。炮弹爆炸后，毒性烟剂使敌军人马中毒，丧失战斗力。

神火混元毬是用竹篾编成毬形外壳，火妖与火弹用纸糊成毬形外壳，它们的内部都装填了毒性药料。作战时，由士兵将其抛射或投掷至敌阵，爆炸后毒性烟剂四向飞扬，使敌军人马中毒，丧失战斗力。

2. 燃烧和障碍火毬

这类火毬主要是在毬内装填火药与各种助燃药料，用管射、投掷或抛射等方法，将它们送至敌方爆炸，产生猛烈燃烧，主要制品有烧天猛火无拦砲、群蜂砲、纸糊圆砲等③。

烧天猛火无拦砲是一种纸壳燃烧性火毬。毬体中央装填一个较大的火药筒，筒口有火信通出。大火药筒的四周平行安插 20～30 个纸制小圆筒，筒内装填火药与燃烧火药、毒性药料（图 2－6－30）。作战时，由士兵将其抛至敌方爆炸，烧灼和毒杀敌军的人马，焚烧敌军的营寨、粮草。

---

① 《武备志》卷一二九《军资乘·火器图说八·喷筒》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1082 页。

② 《武备志》卷一三〇《毬》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1087 页。

③ 《武备志》卷一二二《炮一》、卷一二三《炮二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1016、1023～1024、1027 页。

群蜂砲是在一个用竹篾编成的毬形封闭式篮筐内，装填3斤火药、半斤铁蒺藜，以及数十个飞燕、纸爆。篮筐外用四五十层纸糊固，晒干后再包15层油纸防潮。筐面开一圆孔，火信从中通出。筐上扣环以便携带。作战时，由士兵点着火信，将其抛至敌方爆炸，焚毁敌方营寨或船只，并伴有铁蒺藜撒落在地，障碍敌军人马的行动。

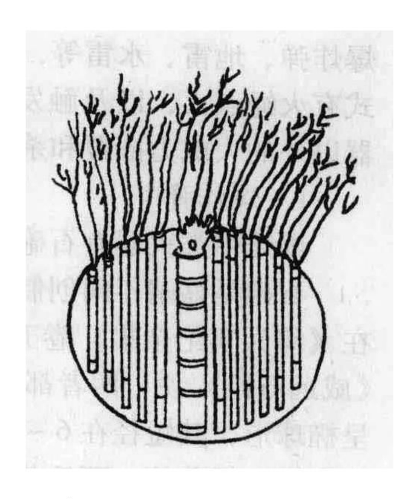


图2-6-30 烧天猛火无拦砲

纸糊圆炮是在一个用纸糊固的毬壳内，装填火药与二三十个小铁菱角、二三十个小纸爆。毬壳表面开有4个对称的圆孔，各通出一根火信，放在城上待用。当敌军前来攻城时，守城士兵即将火信点着，将毬抛至攻城敌军中。火毬爆炸后，烈火烧敌身，铁菱角扎刺敌军人马之足，障碍其行动，使攻城敌军受挫。

3. 烟幕和遮障火毬

这类火毬主要是在毬内装填火药与各种发烟药料，用管射、投掷或抛射等方法，将它们送至敌方爆炸，产生大量烟雾，迷茫敌军的眼目，遮障敌军的视线。主要制品有万火飞沙神砲、风尘砲等①。

万火飞沙神砲是在一个瓷罐内，装填火药与用酒炒过的石灰末、砒霜、硇砂、皂角、砒黄、良姜、椒粉、半夏、巴豆壳、草乌头等14种发烟扬灰物料。罐口用纸糊固，中开一圆孔，通出火信（图2-6-31），放置于城上待用。当敌军前来攻城时，守城士兵即点着火信，投至攻城敌军中，火发罐破，烟雾弥漫，毒气四散，迷茫敌军的眼睛，遮障敌军的视线，使之受挫。

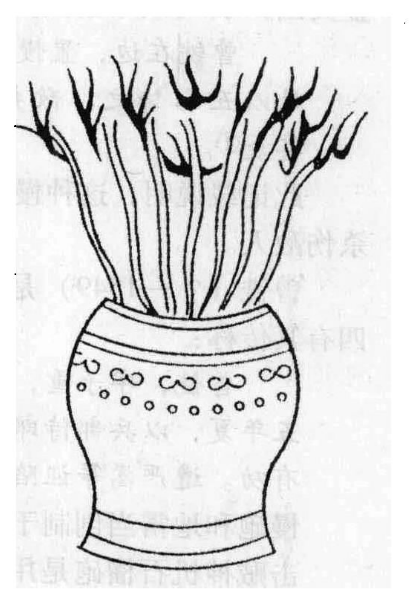


图2-6-31 万火飞沙神砲

风尘砲是在一个用篾竹编成的篓子内，装填火药与经过特制的石灰、人粪、皂角等多种发烟与扬灰物料，并有火信从火药中通出。篓外用多层纸糊固，只留一个通火信的圆孔。篓上扣系一根环索，便于士兵携带。若在野战中同敌对阵时，先占据上风有利阵位，由众多士兵点着数百千个风尘砲的火信，一起抛向敌阵，顿时风尘弥漫，敌军人马闭目难开，乘势将其击溃。

此外，还有火罐、火砖、火桶等毬类火器，它们的具体形状、制作方式虽与上述毬类火器稍有不同，但其杀伤与摧毁作用，仍不外乎燃烧、致毒、障碍、发烟与遮障，不必一一列举。

三、爆炸类火器

爆炸类火器系由宋、金、元时期的霹雳砲与震天雷发展演变而来。其制品有

① 《武备志》卷一二二《炮一》、卷一二三《炮二》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1017~1018页、第1029页。



爆炸弹、地雷、水雷等，其壳有石壳、木壳、铁壳、泥壳和陶瓷壳等，其引爆方式有火绳点火，以及触发、绊发、定时爆炸、钢轮发火等。爆炸类火器是管射火器以外的大威力摧毁和杀伤火器，在各种样式的作战中都能发挥作用。

1. 爆炸弹

爆炸弹类火器有石砲、慢砲、击贼神机石榴砲、万人敌等制品。

石砲是嘉靖年间创制的一种造价低廉，杀伤威力较大的爆炸性火器。戚继光在《练兵实纪杂集》卷五中有《石砲图》解，茅元仪在《武备志》卷一二二中有《威远石砲》说，两者都是指石砲而言。石砲的尺寸随所取石料的大小而定，一般呈椭球形，其短径在6～10寸左右，中间凿一穴，内装火药，其中安置一根苇管，管中插一根药信，而后将其压实封固，待机使用。石砲多用于守城，贮存于城墙的垛口附近。当敌军侵犯至城下时，守城士兵将其药信点着，把石砲推下城去，在敌群中爆炸，给敌以一定的杀伤。石砲可以就近取材，使用普遍。戚继光在蓟镇主持练兵事宜时，就在长城沿线的关隘处，制作和贮存了许多石砲。其后的守边将领也多有制造，至今在金山岭长城附近和山海关城楼上，还陈列着当年守关明军使用的许多石砲实物（照片16）。

慢砲是嘉靖中期曾铣在镇守陕西三边时创制的一种定时爆炸式炸弹。据《渊鉴类函》引《兵略纂闻》称：

> 曾铣在边，置慢砲法。砲圆如斗，中藏机巧。火线至一二时（辰）才发。外以五彩饰之。敌拾得者骇为异物。聚观传玩者墙拥，须臾药发，死伤甚众①。

此记载说明，这种慢砲，内装火药与发火装置，可延迟2～4小时定时爆炸，杀伤敌人。

曾铣（？—1549）是明朝守边将领，系慢砲与地雷的创制者。《明史》卷二〇四有其传称：

> 曾铣，字子重，江都（今属江苏）人，嘉靖八年（1529年）进士。二十五年夏，以兵部侍郎总督陕西三边军务，修城防，造兵器，长于用兵，守边有功。遭严嵩等诬陷，于二十八年被处死。

慢砲和地雷当创制于他在嘉靖二十五至二十八年（1546—1549年）守边之时。

击贼神机石榴砲是用生铁铸造的爆炸弹。其形似石榴，如碗大小，其作用类似于现代的手榴弹，弹壳上留有一孔，内装毒性火药与发烟剂。装药时只装容量的6/10，而后放一个酒杯，杯内放火种。火种是一种特制的慢燃烧火药。其配方是：

> 灰木1斤，铁衣3两，炭末3两，麦皮3两，红枣6两，略拌米泔为饼。1两火种可燃烧1个月。

火种放入砲内后，即用铁盖将砲口盖住。砲壳外表涂上迷彩。使用时，或抛至敌阵爆炸，或放置路旁。当敌军人马踩踏后，砲内火种受震起火，引起爆炸，

① 清·张英、王士祯等纂：《渊鉴类函》卷二一三，第2页，《武功部八·火攻三上》引《兵略纂闻》（明·瞿如说辑于崇祯八年），《渊鉴类函》九，中国书店，1985年版。

或使敌中毒后封喉、瞎眼，失去战斗力。

万人敌是在一个泥制的空心毬壳内，装填燃烧火药与毒性火药，从中通出火信，并经毬壳表面的圆孔通出毬外。而后将其装入木框或木桶中，以防其破碎。万人敌多用于守城，当敌军前来攻城时，守城士兵即点燃火信，将其掷向城下攻城敌军中，爆炸后产生强烈的燃烧与毒性烟焰，焚烧与毒杀敌军人马①。

2. 地雷

地雷是埋在地下爆炸的火器，创制于嘉靖年间。据《渊鉴类函·武功部八·火攻三上》引《兵略纂闻》称：

> 曾铣在边，又制地雷。穴地丈许（实际不需要这样深），间药于中。以石满覆，更覆以沙，令与地平，伏于地下，可以经月。系其发机于地面。过者蹴机，则火坠药发，石飞坠杀人。

曾铣创制地雷后，不久便有多种仿制品问世。据《筹海图编·经略三·地雷式》记载：丹阳的邵守德用生铁铸成一种地雷，内装火药一斗多，并用檀木砧砧至雷底，砧内空心，安火信一根，通出壳外。地雷制成后，选择敌必经之路，“掘地作坑，连连数十，埋地雷于坑中，内用小竹筒置药线，土掩如旧”。雷中安有发火装置，敌军经过时将其踩爆，群雷震地而起，火光冲天，雷坑破片如飞蝗四出飞击，人马纷纷毙命。

地雷在嘉靖时期创制后，即被用于作战，成为极好的障碍火器。不但曾铣本人在西北守边时使用，而且戚继光在蓟镇练兵时，也大量使用地雷，将其布设于长城沿边的隘口要道或设伏地域内，以巩固边关的防御。到万历年间，各种地雷相继问世，仅《武备志》卷一三四就记载了十多种，可区分为下列几种引爆方式。

第一种是用“钢轮发火”式机械装置引爆的踏发式地雷。其制品有自犯砲、炸砲、万弹地雷砲等②。

自犯砲是一种机械式引爆的连环地雷。单雷可用铁、石、瓷、瓦等材料制作雷壳，雷内装填火药，有火信从中通出，通过机槽与“钢轮发火”装置相连。布雷时，选择敌必经之路段，将多颗地雷与多具“钢轮发火”首尾依次间隔连环相串联（图2－6－32），并将最后一个“钢轮发火”的引线横过地面的通道，当敌军人马踩绊引线时，不但末端的地雷被引爆，而且在其牵动下，其他地雷也依次被引爆，使整个布雷区雷声轰鸣，使敌军人马陷入灭顶之灾。

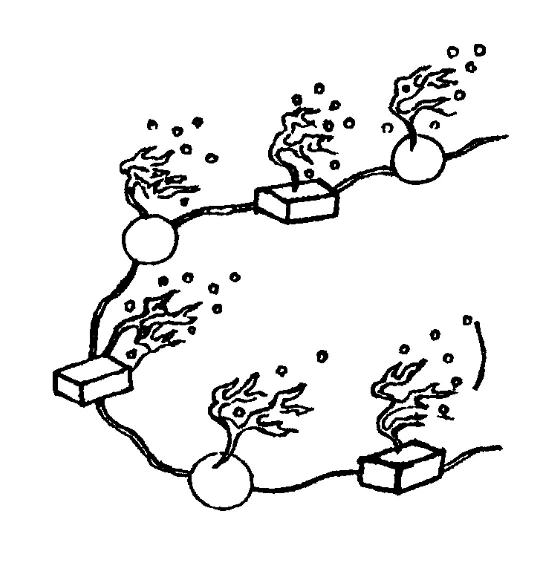


图2－6－32　自犯砲

炸砲是一种与自犯砲制法相同的机械

① 《天工开物》卷下《佳兵第十五卷·火器·万人敌》，《四部精要》十三，第1124～1125页。

② 《武备志》卷一三四《地伏》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1126～1128页。



式连锁引爆地雷。在通道上布设时，于首尾各埋设一具“钢轮发火”。而后在两具“钢轮发火”之间，将多颗地雷的火信依次串联，如一串糖葫芦一般。再将串联于两端的炸砲之火信，通过机槽与各自一端的“钢轮发火”相连，再将从“钢轮发火”通出的引线横过通道。当敌军踩绊其中一端的引线时，雷区内的一串地雷顿时依次爆炸，其杀伤效果与自犯砲一样。

万弹地雷砲是一种机械式引爆的坛形地雷。内装火药，坛口用土填紧，中留一个小孔，从中通出火信。使用前，将雷体埋设于敌军必经之路，同时埋设一具“钢轮发火”，并使之与坛口引出的火信相连，上用泥土与鹅卵石盖平，地面上安设一根同“钢轮发火”相连的绊索。当敌军人马触动绊索时，牵动“钢轮发火”，将地雷引爆，泥土与鹅卵石乱飞，将敌军人马杀伤。

据《武备志》卷一三四记载，当时采用“钢轮发火”引爆的地雷，还有三元会合万弹式地雷、空营式地雷阵、伏雷砲式地雷阵、太极总砲式地雷阵、隐迹火阵地雷等。

第二种是用引线拉发的地雷。《武备志》卷一三四记载的石炸砲就是这种地雷。这种地雷同石砲的制法一样，或者说就是用石砲加以改进的一种地雷，多用于城防守备。守城士兵在城上将拉索放下，同石炸砲的火信相连。当敌军前来攻城而进入雷区时，守城士兵即拉动绳索，将地雷引爆，火发砲碎，击杀敌军人马。

第三种是用人工点火引爆的地雷。《武备志》卷一三四记载的无敌地雷砲就是这种地雷。这种地雷的雷壳用生铁铸造，内装火药5～10升，中间放置一个管形小炮筒，内装发射药，炮口用法马子塞紧，从中通出3根火信，1根插入火药中，2根从一长竹竿中引出，并将雷体埋入通道下，使竹管口露向己方，由士兵看守。作战时，将敌军人马引入埋雷区，控制点火的士兵按号令点着火信，将地雷引爆，使敌猝不及防。

第四种是用火种延时引爆的连环式群体地雷。《武备志》卷一三四记载的伏地冲天雷就是这种地雷。用于延时引爆的火种装于一个盆内，放于雷上，火信总联于盆上，靠近火种。其盆连于长柄刀枪的柄上，而后用土覆平，不露痕迹，刀枪的长柄露在地面上引诱敌人。当敌军前来摇拔刀枪时，火种恰好被翻倒在火信上，引爆地雷，给敌以重大杀伤。

3. 水雷

水雷是布设于水中的火器，有击穿式和爆炸式两种。

第一种是击穿式水雷，其制品有水底雷与既济雷。

水底雷创制于嘉靖年间，据右都御史唐顺之在《武编·火器》中记载：

> 水底雷以大将军为之，埋伏于各港口。遇贼船相近，则动其机，铳发于水底，使贼莫测，舟楫破而贼无所逃矣。用大木作箱，油灰粘（应为舱）缝，内宿火（即藏有火种）。上用绳绊，下用三铁锚坠之①。

此记载表明水底雷是一支密封于大木箱中，借助机械式击发装置点火发射，击穿敌船，使之沉没的击穿式水雷。

---

① 《武编》前集卷五《火器》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第319页。

既济雷也是一种击穿式水雷，约创制于嘉靖至万历年间。雷体的主体是用铁铸造的火炮，长1.5尺，直径4寸，内装发射火药2斤，铅弹重2斤，炮口用黄蜡密封，并从火门处通出一根火信。雷体制成后，装于用狗皮缝制的袋中。使用时，将狗皮袋的4足，用4个大锥钉钻钉于敌船底上，即将钉完时，便用预设的火种引燃发射火药，将铅弹射出，击穿船底，使之沉没。通常炸沉一船需用8个水雷[①]。

第二种是爆炸式水雷，其制品有水底龙王砲。球形雷壳用熟铁制造，重4～6斤，内装火药5～10升。雷口插一支信香，外壳包裹一层用牛脬制成的防渗浮囊。囊顶联结一条经过加工的羊肠作为通气管，通到水面由鹅雁翎制作的浮筏上，使香火不至熄灭。水雷固着于木排上，用石块将其坠入水中悬游（图2－6－33）。使用前，需根据作战河段水流速度和距敌船的远近，确定信香的长短。一般在夜间点燃信香，将水雷装入囊内，悬游水中，顺流漂放。当水雷接触敌船时，香烬药燃，自动爆炸，毁沉敌船[②]。这种水雷需用较好的慢燃烧信香和设计巧妙的通气管道，还要精确测算河水的流速，是当时火器研制者聪明才智的结晶。

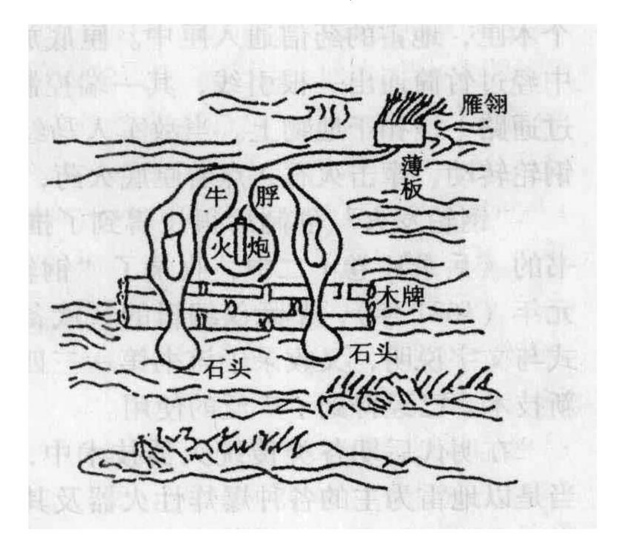


图2－6－33 水底龙王砲

混江龙是明代科学家宋应星在《天工开物·佳兵第十六》中记载的一种爆炸式水雷。其文称：

> 混江龙，漆固囊裹砲，沉于水底，岸上带索引机。囊中悬吊火石、火镰，索机一动，其中自发。敌舟行过，遇之则败[③]。

书中附有混江龙的形制构造图一幅，其图虽说古朴，但也可看出其大要，若与《武备志·水底龙王砲》的附图相对照，其基本思路是相通的，或者就是该图的转引。所不同的是水底龙王炮是用信香定时引爆的水雷，混江龙则是用机械装置控制火镰，摩击燧石，以溅出的火星点着火药引爆的水雷。

四、机械式引爆装置“钢轮发火”

明代后期的地雷，除采用信香与火种两类自动引爆装置外，还创制了用机械制动的“钢轮发火”。其基本原理是用钢片敲击或急剧摩擦燧石发火，引爆地雷。炸砲、自犯砲、万弹地雷砲都用其引爆。“钢轮发火”创制于何时？据戚国祚等所编纂的《戚少保年谱耆编》（戚少保即戚继光）卷十二记载：万历八年（1580年）四月，戚继光在组织人员研究石门寨城的修筑工程时，创制了“自犯钢轮火”装置。其布设和引爆方法是：在长城沿线的通路上挖掘深坑，埋入地雷。雷旁放一

① 《武编》卷一三三《水具》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1121～1122页。

② 《武备志》卷一三三《水具》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1120页。

③ 《天工开物》卷下《佳兵第十五卷·火器·混江龙》，《四部精要》十三，第1124页。



个木匣，地雷的药信通入匣中。匣底放火药与钢轮发火装置，轮旁安燧石。从匣中经过竹筒通出一根引线，其一端控制钢轮转动，另一端由守雷士兵控制，或横过通路，拴扣于地物上。当敌军人马经过通路踩绊引线时（或由守雷士兵拉动），钢轮转动，摩击火石，点着匣底火药，引爆地雷，杀伤敌军人马。

“钢轮发火”创制后很快得到了推广。何汝宾于万历三十四年（1606 年）成书的《兵录》卷十二中，收录了“钢轮发火”的形制构造图式与文字说明。天启元年（1621 年），茅元仪编辑的《武备志》刊行，将“钢轮发火”的形制构造图式与文字说明，又收录于该书第一三四卷中，可见“钢轮发火”作为一种引爆的新技术，已经得到了广泛的使用。

在明代后期各类传统火器技术中，除以火药燃气反冲力推进的火箭技术外，当是以地雷为主的各种爆炸性火器及其自动引爆装置“钢轮发火”的创制最为突出，在我国与世界火器技术史上，具有重要的意义和深远的影响，它不但在清代继续推广使用，而且在中国人民抗日战争中发挥了巨大的威力。当时，中国人民曾采用传统的地雷制造技术，因地制宜，就近取材地制造了多种多样的地雷，炸得日本侵略者人仰马翻，使其闻雷丧胆，吃尽了地雷战的苦头。

第四节　火器制造与使用理论的发展

西方火绳枪炮的传入与传统火器的创新，不但使明代后期的统兵将领和军事技术家，从实战的需要出发，组织技术人员和工匠，为明军制造了各种适用的新型火器，而且在指导火器研制的理论基础，火器设计与制造的先进技术，火器使用的技术与战术理论等方面，都有不少创新与发展，具有时代的特色。凡此种种，都充分地体现在他们的论著之中。

一、从战略高度倡导火器的发展

自朱元璋建明伊始，明代的军事斗争连绵不断。嘉靖年以后，长城边地狼烟滚滚，东南沿海硝烟迷漫，军事形势更为严峻。一些统兵将领和军事技术家，或上奏朝廷，或著书立说，纷纷建言献策，倡导发展火器，改善边海防设施和明军装备，提高明军的战斗力，以期在北方抵御游牧民族势力的边患，在东南沿海剿捕前来劫掠的倭寇。

嘉靖二十五年（1546 年），兵部侍郎、总督陕西三边军务曾铣，在奏议收复河套地区时，认为同蒙古骑兵相比，明军的优势“莫先于火器”，这是“所以保国家而卫生民”的根本①；又说“中国长技，火器为最”。为此，他建议朝廷在陕西三边地区，大量制造各种火器，组建 20 个霹雳车营，装备霹雳炮等火器，每营编 5 000人，配合步骑兵，依托长城要塞，防御蒙古骑兵的袭扰。

戚继光在东南沿海抗倭及到北方练兵守边时，都极为重视武器装备的制造，认为火器为“五兵”之首，“守险全恃火器”②，火器战车是“不秣之马，有足之

---

① 明·曾铣撰：《议收复河套疏》，《明经世文编》三，第 2842 页。

② 明·戚继光撰：《议兵条议疏》，《明经世文编》五，第 3746 页。



城"，"行则为阵，止则为营，进可以战，退可以守"①。把制造火器与战车，看成是作战制胜和守边御敌的重要条件。

郑若曾在论述海防、江防时，认为"御敌莫先于军火器械"。把筹备海战器具，修缮防御设施，提到了战略的高度。

火器研制家赵士桢虽身非疆场之寄，肩无三军之任，但却以国家兴亡为己责，于万历年间频频上奏朝廷，请求大力发展火器，改善军队的装备与国防设施。他认为当时的海中之国日本，戎心已生，祸胎已萌，在蚕食朝鲜之后，必"尽朝鲜之势窥我内地"②；北方游牧民族贵族势力，与我仅一墙（指长城）之隔，内犯势不可免。因此要根据他们的作战特点，大力制造枪炮和战车，才能"挫凶锋"，"张国威"。不仅如此，他还建议朝廷把发展火器和战车制造之事，同固国安邦的长远打算结合起来。他指出，讲究神器并非一朝一夕之事，而是对国家有万世之利的大计，能使国家聚不饷劲兵，储无敌飞将，"传之百世无弊，用之九边具宜"③。如果京营增加火器，可壮居重御轻之势；广之边方，可以张折冲御侮之威。为此，他请求当局者不要被没有真知灼见的言论所动摇，要把发展火器制造之事，同为国灭贼之举结合起来，坚持下去，使国家迅速转弱为强，使敌人胆寒心落，不敢来犯，实现国家长治久安的目的。

二、理论基础的转轨

理论基础的转轨，主要反映在徐光启、李之藻、孙元化、王尊德、焦勖等火器研制家的论著中。这些论著，对制铳用铳等许多基本问题的论述，除个别者外，都已不见旧说的痕迹而屡伸新学之要义。归纳起来，主要论点有三。

1. 研制火器必须明理识性

他们所说的理和性，实质上是指制造火器与配制火药所用原料的物理和化学特性。孙元化认为，制造火器与弹药时，必须"推物理之妙"，合事物之性。精于理者不但能了解弹药与铳车的特性，而且能按照这些特性，采用"合理"的方法进行制造。制造枪炮时要选用精良的铜铁，若错用质量粗疏的铜铁，虽然从外表上看不出它们的罅（xià）隙之处，但是只要使用猛烈的火药一试，炮管就会炸裂④。在配制火药时，必须要了解硝、硫、炭"三物之性理"，如"不因其性，不得其理，用之必不遂意"⑤，配制不出性能良好的火药。焦勖则强调在制造与使用火器时，必须"详察利弊诸原"，才能"革故鼎新"，制造出"命中致远，猛烈无敌"⑥ 的西洋大炮。孙元化和焦勖要求火器的制造与使用者，从物质的性与理上精选原材料，从熟悉性能上掌握使用方法。这些论述虽然还不十分透彻，但是他们思考问题的主导方面，已经开始从旧轨转入新轨。

2. 制造火器必须知数懂法

---

① 明·戚继光撰：《蓟镇分守》，《明经世文编》五，第3756页。

② 《倭情屯田议》，见《神器谱》，第18之377页。

③ 《防虏车铳议》，见《神器谱》，第18之343页。

④ 《西法神机》卷上《泰西火攻总说》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1235页。

⑤ 《西法神机》卷下《炼火药总说》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1255页。

⑥ 《火攻挈要》卷上，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1282页。



他们所说的数和法，实质上是要求火器的制造与使用者，要有精确的数量观念和规范的制作方法，不可随意行事。徐光启认为：

造台制铳，多有巧法，毫厘有差，关系甚大。(必须荐举）深心巧思，精通数理者，信任专管，斟酌指教①（才能制造出精良的火炮)。

徐光启翻译的《几何原本》（古希腊著名数学家欧几里得著），则是当时火器制造与使用者的重要数学依据之一。李之藻则认为：制造西洋大炮必须铸炼得法，若差之毫厘，就会失之千里；使用西洋大炮，必须选拔“明理识算，兼诸技巧”②的人，才能制造出精良的火炮。

焦勖在《火攻挈要·详察利弊诸原以为改图》中，要求制造与使用火器的人，要严格遵守数量标准，将其视之如法。他指出：

（如）铸铳无法，不谙长短、厚薄、度数之节，（便）不能命中致远，或横颠倒坐及崩溃炸裂，而反伤我军。(如）造药方法，不谙分两（量）轻重之数，配合研捣之工，（便）不能摧坚破锐，或损枪坏铳，及收晾失事而延祸极惨。(如）装放无法，不谙远近之宜，众寡之用，循环之术；或先期妄发，贼至而反致缺误；或发而不继，（敌）乘间而冲突可入；或仓皇失火（走火），未战而本营自乱，此贻害莫大③。

因此，他要求制造与使用火药、火器的人，要熟悉其法则，具有精确的数量观念，才能制造出精品，并使枪炮能发射宜时，收到命中致远的效果。

3. 使用火器必须注重试验

在西方注重试验的科学思想影响下，明末火器研制家对火器制造与使用的许多问题，都主张要在反复试验的基础上，得出合乎规律的结论，而后再进行推广。他们在自己著作中所论述的问题，都是在经过多次试验后才得出其结论的，诸如以口径的尺寸为基数，按一定的比例倍数，设计火炮与炮车各个组成部分；测定弹重与装药量、射程与射角的关系等。

三、设计思想的进步

这种进步主要表现在三个方面：其一是采用口径的尺寸基数，按一定的比例倍数，设计火炮的各个组成部分；其二是确定弹重与装药量的关系；其三是按同法设计炮车的各个部分。

1. 以口径的尺寸为基数设计火炮的各个部分

焦勖对此问题的重要性和具体内容，阐述得十分详细透彻：

西洋铸造大铳，长短、大小厚薄、尺量之制，着实慎重，未敢徒恃聪明，创臆妄造，以致误事。必依一定真传，比照度数，推例其法，不以尺寸为则，只以铳口空径（即直径）为则。盖谓各铳异制，尺寸不同之故也。唯铳口空径，则是就各铳论各铳，以之比例推算，则无论何铳亦无差误矣④。

---

① 《徐光启集》上册，《辽左阽危已甚疏》，第106页。

② 明·李之藻撰：《为制胜务须西铳乞敕速取疏》，见《徐光启集》上册，第176页。

③ 《火攻挈要》卷上《详察利弊诸原以为改图》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1282页。

④ 《火攻挈要》卷上《铸造战攻守各铳尺量比例诸法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1284页。



在通常情况下，如果要增强火炮的威力，就要增大火炮的口径和装药量，增加管长和厚度，其结果就会将火炮造得十分笨重而不便于在战场上机动，有时还会发生炸膛。因此，造炮者就要综合考虑上述各种互相制约的因素，将它们合理地平衡于所造的火炮之中，使制成的火炮既具备应有的杀伤力，又能保证发射时的安全；既能保证达到各种作战目的，又便于在战场上机动。为了使制造的火炮都达到这种目的，孙元化和焦勖分别在自己的著作《西法神机》与《火攻挈要》中，按作战用途把火炮区分为战铳（野战炮）、攻铳（攻城炮）、守铳（守城炮）等三类，并分别列举了这三类火炮各部分的比例关系。例如（以口径的尺寸为基数）：

战铳，火门至炮口长33，火门至炮耳长13，炮耳至炮口长19，炮耳前壁厚0.75，炮口壁厚0.5，其余火门前壁厚、炮耳直径、炮耳长、炮底厚、尾珠直径、尾珠长都是1，即与炮口的直径相等①。

攻铳，火门至炮口长18～22，火门至炮耳长8～10，炮耳至炮口长10～12，炮耳前壁厚0.75，其余火门前壁厚、炮口壁厚、炮耳直径、炮耳长、炮底厚、尾珠直径、尾珠长都是1，即与炮口的直径相等②。

守铳，火门至炮口长8～16，火门至炮耳长2.7～5.3，炮耳至炮口长5.3～10.7，其余火门前壁厚、炮耳前壁厚、炮口壁厚、炮耳直径、炮耳长、炮底厚、尾珠直径、尾珠长都是1，即与炮口的直径相等③。

上述3种类型火炮的尺寸不同，其用处也各不相同。野战炮比较轻便，可随军进行机动作战。攻城炮既有直射又有曲射，其中曲射炮实际上就是后来的臼炮，可曲射城中的人马和建筑物。守城炮因安于城上用于轰击接近城墙之敌，所以炮身比较短，而且火门至炮耳的长度，仅为炮耳至炮口长度的一半，故炮身向下俯斜，适应于从城上向下俯击的需要。

2. 弹重与装药量的比例关系

孙元化在《西法神机·点放大小火铳》中列举的比例关系是：

凡弹重1～8斤者，装药量与弹重相等；弹重9～17斤者，装药量为弹重的4/5；弹重18～28斤者，装药量为弹重的3/4；弹重在29斤以上者，装药量为弹重的2/3。

王尊德在《大铳事宜》④ 中，记载了炮重与弹重、装药量之间的数量关系：

炮重1 000斤　弹重2.5斤　装药2.6斤

炮重1 300斤　弹重3斤　装药3斤

炮重2 000斤　弹重4斤　装药4斤

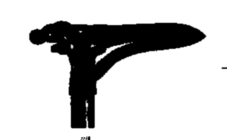
---

① 《西法神机》卷上《铸造大小战铳尺量法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1237～1238页。

② 《西法神机》卷上《铸造大小攻铳尺量法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1239～1240页。

③ 《西法神机》卷上《铸造大小守铳尺量法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1241～1242页。

④ 原书已佚。《徐光启集》上册《钦奉圣旨复奏疏》中提到了此书。



炮重2 700斤　弹重7斤　装药7斤

按上述比例制造的炮弹，装填在口径适宜的火炮中，其命中与致远的效果较好，反之则差。

3. 以口径的尺寸为基数设计炮车的各部分

孙元化和焦勖对炮车的设计也很重视。孙元化从射击学的角度出发，指出：

铳弹远近，全赖铳口低昂，铳口低昂复凭铳尾高下，则架铳耳之车制不可不讲矣。夫铳有战、攻、守之不同，车亦有战、攻、守之各异①。

焦勖则认为：

大铳之必用车，犹利剑之必用柄也。剑非柄则无以把握，铳非车则难以运动。故铳车之制，必长短、厚薄、大小、尺量、比例合法，庶击放之际，不致摇撼。战车之间可追奔而轻便矣。其尺量等法，亦以铳口径为则②。

按焦勖的设计要求，炮车侧面墙板的厚度与口径相等，长为炮管的1.2倍，在墙板前6后4之比的分界处挖一个凹形座，以安炮耳。车轮的直径为口径的12倍，每轮有14根车辐，其长、宽、厚各为口径的5.3倍、1倍、0.8倍。车毂的内外径分别为口径的4倍和1.7倍。两侧墙板用5根以1倍口径见方的横木联结，车底盘铺钉厚为口径1.3倍的木板，其位置各有规定。装配时所用的销、箍、钉，都要有确定的数量和严格的要求③，以保证炮车的坚固，使之能装载火炮，进行机动作战。

四、坚持创新和求精的思想

摒弃墨守成规，坚持精益求精的思想，是明代后期兵器制造得以发展的基础。

1. 坚持创新的思想

抛弃因循守旧的陈腐观念，坚持不断创新的观点，已是当时兵器研制者的共识。他们认为火器固然是我之长技，太祖和成祖也已取得了巨大的成就，但是随着时代的前进，战争规模和水平的发展，敌情的变化，火器及其他各种兵器也应随之水涨船高，才能取得战争的胜利和国防的改善。为此，戚继光主张：

器械旧有可用者，更新之；不堪者，改设之；原未有者，创造之④。

五兵之制固多种，古今所用不同，在于因敌变置⑤。

在这种思想指导下，戚继光在东南沿海抗倭作战中，创造了适于山林水网地区作战的虎蹲炮、“三飞箭”（架射式火箭：飞刀箭、飞枪箭、飞剑箭），以及采用佛郎机、铜发贡、鸟铳、狼筅等先进的火器与冷兵器。他在隆庆二年（1568年）到蓟镇练兵后，除将南方已用有成效的火器利用于北方外，又根据北方地形和敌骑兵作战的特点，研制了快枪、三眼铳，以及适于守城的石炮和钢轮发火装置等。

翁万达认为，制造火器要“因旧创新”，合于时用⑥。他在改造旧式火器的基

---

① 《西法神机》卷下《造铳车说》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1244页。

② 《火攻挈要》卷上《制造铳车尺量比例诸法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1290页。

③ 《火攻挈要》卷上《制造铳车尺量比例诸法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1290页。

④ 明·戚继光撰：《蓟镇分守》，《明经世文编》五，第3775页。

⑤ 《练兵实纪杂集》卷五《军器解上》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第497页。

⑥ 明·翁万达撰：《制造火器疏》，《明经世文编》三，第2343页。



础上，创制了三出连珠、百出先锋炮、铁棒雷飞炮、火兽布地雷炮等新式火器。

赵士桢主张研制火器“必须因时而创新”，出奇而制胜。他本人创制的火器，既吸收了古人的成果，又具有举一反三、触类变通的特点。

徐光启认为：

> （制造）盔甲、面具、臂手、刀剑、矛戟、车仗、牌盾、大小火器（时），（必须）除积弊、立成规，酌旧法，出新意，（做到）精密坚致，锋利猛烈。①

在坚持创新思想的主导下，明代的军事技术家和兵器制造人员，在屡出巧思采用新法制造兵器的同时，还及时吸收西方模铸火炮的方法，制造新型火炮。

据《火攻挈要·造作铳模诸法》记载，模铸火炮的方法是在铸炮之前，先制成炮身的外模和内模。外模是用风干已久的楠木和杉木，按所铸火炮各个部分的外形尺寸制成，两头伸出1尺多，将其安于鏇架上鏇光，再将炮耳、炮箍及各种需要铸于炮体上的模型安好。而后选用优质的胶黄泥与细沙，按8:2拌和，并掺入羊毛作经络，待其干燥适度时逐次均匀涂在炮模上，每次约1寸厚，厚度达口径的1.6倍时为止，如口径为5寸，则涂泥厚8寸。在泥层至总厚度的2/3时，便用粗铁丝从头缠至尾，缠毕再涂泥。在泥层至总厚度9/10时，按炮身大中小的不同。分别用粗如手指，长与炮身相等的铁条16～8根，均匀贴附于泥层上作骨干，铁条外用8～4道铁箍均匀箍紧。箍好后即在外表涂泥抹平，到4～2个月后风干时，即成所铸火炮的外模。外模风干后，将木制模心取出，并用炭火在泥模内微烧，以便烘干外壳，同时将嵌在炮模内的炮耳、炮箍及其他附件的木模炭化成灰。最后再安上带有尾珠的木制火炮底盖模型，待其干燥后，火炮的完整外模便告完成。

内模用铁制作，其外径是所铸火炮内径的一半，其余一半再涂泥层，使内模外径恰与所铸火炮的内径相等。内模之头部长出炮身2尺，以便拴绳提放。内模制成后风干待用。

铸炮时，用起吊装置将外模套于内模之外，使两模轴心合一。外模内壁和内模外壁之间的空隙，便是炮管的厚度。用青铜或钢铁熔液浇铸于空隙之中，冷却后除去内外模，就成为所铸火炮的粗坯，最后再加工定型。此法的工艺要求很高，一般手艺高超的工匠，铸炮的成品率也只有20%～30%。

用模铸法浇铸的火炮整体性好，没有铸缝，坚固耐用，发射威力大，是提高火炮性能的一种新式铸炮法。此法在明代万历年间引进中国后，一直沿用到清朝道光二十年（1840年）。

2．坚持求精的思想

为了保证所制兵器能在作战中充分发挥作用，明代的军事技术家都坚持求精的思想。赵士桢对此有严格的要求，他建议军工部门在制造火器时，必须“知人善任，事专责成”②，选用技精艺巧的工匠，制造精利的枪炮。他指出，承担枪炮制造的工匠，必须专心制造，“毫忽不宜苟简”③。他对当时滥造滥用火器的人，给

① 《徐光启集》上册，《辽左阽危已甚疏》，第106页。

② 《神器谱·神器或问》，《神器谱》，第18之289～291页。

③ 《神器谱·神器或问》，《神器谱》，第18之298页。

予严厉的指责：

每每令庸工造之，庸将主之，庸兵习之。造者不尽其制（指规制），主者不究其用，习者不臻其妙，因循玩愒（kai），人自为心，彼此推诿，浪造浪用①。

更为严重的是有些市井庸流之徒，只顾获利，不顾质量，不顾制作规程者比比皆是，他们：

一任匠作乱做，火之熟与不熟（指不掌握炼钢的火候），岔口之合与不合（指卷制枪管时接缝吻合与不吻合），膛之直与不直，以及子铳厚薄精粗，茫然不解，一经试放，十坏五六，不咎未能尽制（指规制），变已（以）新器为不可用②。

赵士桢不但要求军工部门制造火器时要精益求精，而且还建议朝廷，在每万名出征的士兵中，配属能工巧匠 300 人③，随军制造精良的兵器，以应付战场的急需。

五、关于使用火器理论的创新

由于明代各种火器的长足发展，所以关于使用火器的基本原则、战术和技术，都有深入的研究，内容十分丰富，主要有下列几个方面。

1. 御敌保国必须善于使用火器

为了达到御敌保国、克敌制胜的目的，明代的统兵将领和军事技术家，不仅注重增加火器的产量，提高火器的质量，改善国防设施和明军的装备，而且还要求官兵必须熟悉各种火器的性能，善于使用各种火器。赵士桢认为：

攻人之守，守人之攻，命中及远，（全在于各种火器，使用火器要做到）险势短节，阖辟张弛，实实虚虚，端倪莫测④。

用兵用器，毕竟先明奇正之法，处于不败之地，然后可以言战，可以灭贼⑤。

若要官兵都能善于使用火器，就必须对士兵进行训练和演习。戚继光在《练兵实纪》中，论列了对官兵进行全面训练的内容。诸如：练伍法、练胆气、练耳目、练手足、练营阵、练将等。通过这些训练，使官兵能做到技精艺熟，无论是在险地、易地，以及风候不顺的条件下，都能熟练地使用自己的火器进行作战。如果将帅都能临阵指挥裕如，使用火器得当，而且军纪整肃，赏罚严明，就一定能战胜敌人。

2. 使用火器必须灵活多变

灵活多变就是要因时、因地、因敌、因战的不同，选用不同种类和数量的火器打击敌人，切不可拘泥死板，一成不变。

所谓“因时”而用，有两个含义。何汝宾与茅元仪指的是统兵将领要善于根

---

① 《神器谱·万历二十六年恭进神器疏》，《神器谱》，第 18 之 186 页。
② 《神器谱·神器或问》，《神器谱》，第 18 之 298 页。
③ 《神器谱·万历二十六年恭进神器疏》，《神器谱》，第 18 之 186 页。
④ 《神器谱·铳图》，《神器谱》，第 18 之 353～354 页。
⑤ 《神器谱·神器杂说》，《神器谱》，第 18 之 244 页。



据风候、天象等天时情况，指挥部队处于上风，选用火箭、火毬、喷筒，因风纵火，杀伤处于下风的敌军人马，焚烧敌军的战具和城防设施，夺取作战的胜利。赵士桢还增加了使用火器要选择适当的时机即战机，不可滥战滥用，否则便会器损而功微。

所谓"因地"制宜，就是要根据战场的地形与敌我占据的阵位，选择适宜的火器，采用不同的战法。何良臣在《阵纪·技用》中称为"因地异施"。赵士桢则认为，如果在旷野平川上作战，就要用噜密铳、迅雷铳、佛郎机等枪炮与火箭射杀敌军。或者将这些火器置于车上，发挥综合的战斗作用：

> 车凭神器以彰威，神器倚车而更准，或鼓行而前，或严阵待敌，或趋利远道，或露宿旷野，坚壁连营，治力治气，无不宜之……俟其气惰，我乃开辟，用短兵（即刀、枪、剑等）与弓矢，翼神器而出，此平原（作战）必胜之法也①。

何汝宾认为，在林木茂密、丘陵崎岖、田塍淤泞、林路委曲等地作战时，火器手要在冷兵器手掩护下，用枪炮射击敌军，用燃烧火器和喷射火器焚烧敌军。如果进行守城战或占据山头等制高点，就要利用居高临下的地势，以重型火炮猛烈轰击敌军。如果进行攻城战或夺取敌军坚守的制高点，就要用枪炮射击敌军，用喷筒喷射火焰烧灼敌军②。赵士桢还告诫部队要注意下列事项：在平原旷野中，要防止敌军从远处射击本军的火器；在丛林狭道中，要防止敌军使用燃烧性火器夹击本军；在坡谷之地，要防止敌军在坑坎处伏击本军；在长江大河中处于敌军下风时，要防止敌军使用火器攻击本军。③

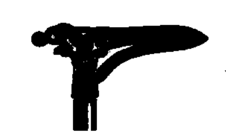
所谓"因敌"而制胜，是指统兵将领在指挥军队作战前，应根据敌人的作战特点，选择适用的火器，采用灵活机动的战法将其歼灭。对此，赵士桢曾有精辟的论述：

> 或问，大小神器，御虏防倭，可一律用之否？曰：鷙（jié，凶暴倔强之意）虏内犯，多在平原旷野之处；倭奴入寇，多在林莽泥涂之地。虏之冲突也，辟聚而来，故御虏当以重器、锐器（即重炮、利枪）为正，远器、准器（即鸟枪、弓矢）为奇。倭之求战也，陆续而进，故防倭当以远器、准器为正，重器、锐器为奇④。

茅元仪对"因敌"而制胜，也有独到的见解：

> 彼此皆有火器，卒然而遇，不及成阵，其势易乱，用远器（即远程火炮）先击者胜。城中击外者，当攻其坚（即当敌军以密集坚实之众前来攻城时，则命守城士兵用火炮轰击其密集之众，其坚一破，城围便自动解除）；城外击内，当攻其瑕（如果进行攻城时，则选择敌军防御薄弱之处，用火炮实施轰

① 《神器谱·神器杂说》，《神器谱》，第18之241～243页。
② 《兵录》卷十一《火攻要法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第661～662页。
③ 《神器谱·神器或问》，《神器谱》，第18之261～262页。
④ 《神器谱·神器或问》，《神器谱》，第18之277～278页。



击，打开缺口，为夺取胜利创造条件)①。

所谓“因器”而异，就是要根据火器的形制构造和作战用途的不同，用于不同样式的作战之中。如战器（指单兵使用的鸟铳等火器）比较轻便，易于携带，可装备单兵施放和击刺。攻器（指便于机动的中小型火炮）利于机巧，则可用于随军作战和进攻城堡。守器（指重型守城炮）利于远击齐飞，火长而气毒，则可用于坚守城堡。埋器（指地雷）利于爆击，因其易碎而火烈烟猛，故可用作障碍器材，封锁通道要隘，炸杀来犯之敌。陆器（通指陆战用的火器）利于远近长短相间，梯次配置，搭配使用。如火炮、火箭、火铳、火弹等射程较远的火器，可与长枪、大刀搭配使用。火枪、火刀、火牌等近战兵器，可与强弓劲弩搭配使用②。

所谓“因战”而用器，就是要根据不同的目的，采用不同的作战样式，选择适用的火器攻击敌人。如要夺取已经安营扎寨之敌的粮草辎重，就要事先探明敌营附近的道路，埋伏精兵于其四周，派细作（侦察兵）混入敌营，而后采用夜袭方式，由细作在敌营举火为内应，埋伏于四周的士兵便起而袭击敌军。在水战中，如果敌军水师已布阵水上，则命我之水师，先迎头发射大发贡与佛郎机，轰击敌船，冲向敌阵。待接近敌船时，便发箭焚烧敌船的桅帆篷索。最后则接舷跳帮，跃过敌船，进行近战拼搏，歼灭敌人③。

六、火器布阵和作战原则的发展

火铳与冷兵器相结合的布阵原则，最初是由朱棣在第四次亲征漠北途中提出的。到明朝后期，由于火器种类的增多与使用范围的扩大，这一原则也得到了进一步的阐发。它不但体现在戚继光所编各营的布阵和作战训练中，而且在茅元仪所著《武备志·用火器法》中，又增加了新的内容。茅元仪指出：一个拥有 3 000 人的大营在布阵时，首先要在离大营阵前 120 步远处，布列大小威远炮，待机轰敌，当敌军进入威远炮的射程内时，便实施突然轰击，将其击溃和歼灭；其次要在营阵四周的百步之内，埋设地雷，以障碍敌军的行动，防止敌军前来冲阵；其三是敌军前来冲阵时，先在较远的距离上，用威远炮和佛郎机炮连续轰击敌军；其四是进攻敌军时，先采用火龙卷地飞车、冲虏藏轮车、火柜攻敌车、屏风车、万全车、破敌风火鼎等火器战车冲击敌阵，使敌溃不成军；如果敌军散而复聚，再次发动冲击，则用各种火器射击敌军，直至最后全歼敌军为止。这说明 16 世纪末至 17 世纪初，采用火器战车冲击敌军坚固防御阵地的战法，已经在我国出现，它当是 20 世纪初用坦克突破敌军坚固防御阵地战法的先声。

明代火器制造与使用的理论，既来源于当时军事斗争的实践，又指导了当时的军事斗争，并对清代的火器制造与使用产生了重要的影响。

---

① 《武备志》卷一二一《军资乘·火三·用火器法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1005 页。

② 《兵录》卷十一《火攻要法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 661 ~662 页。

③ 《武备志》卷一二一《军资乘·火三·用火器法》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1005 ~1006 页。



第五节　火器的创新对军事变革的推动

中国发明的火药与火器，不但推动了中国军事的全面变革，而且在其西传后，也推动了欧洲军事的全面变革。

一、世界军事变革的总体态势

中国宋元两代，经过对初级火器使用经验的积累和理论的探讨，把火器的发展，推进到了金属管形射击火器——火铳的发展阶段。明朝洪武至永乐年间（1368—1424 年），又把火铳推进到成熟的发展阶段，并以此为基础，对军队的编制装备、教育训练、作战方式、战略战术、国防建设等方面，进行了全面的变革。这种变革从洪武年间开始，经过永乐年间的深化，一直延续到正德年间（1506—1521 年），其间经历了 150 多年，这次变革涉及军事领域的广度和深度，已如前文所说。从中国乃至全世界来看，这次军事变革是在火器用于战争后形成的第一次大变革，不仅对中国具有重要的意义，而且对推动欧洲各国的军事变革也具有重要的意义。

中国的火药与火器的制造与使用技术西传后，欧洲一些国家经过对 14 世纪手持枪使用经验的积累和理论的探讨，到 15 世纪已发展成火绳枪炮，对金属管形射击火器的发射装置，进行了技术革新，使火器的威力得到了明显的增强。于是欧洲国家便以此为基础，开始进行全面的军事变革，到 1640 年英国资产阶级革命成功，取得了较大的成就。

欧洲创制的火绳枪炮在 16 世纪 20 年代传入中国后，经过明朝军事技术家的改进，制成适于明军使用的火绳枪炮。火绳枪炮的大量使用与传统火器的全面创新，把明朝前期的军事变革，推进到一个新的发展阶段。这个阶段自嘉靖年间（1522—1566 年）起，一直到崇祯十七年（1644 年）明王朝灭亡时止。

由此可见，从 14 世纪 80 年代到 17 世纪 40 年代（即中国有明一代），由于管形射击火器的发展，世界上出现了两个军事变革中心：一个是以中国明朝为中心的东方军事变革中心；另一个是以欧洲为中心的西方军事变革中心。两个军事变革中心所起的作用各不相同。中国的军事变革在当时的世界军事变革中，起着先导作用。欧洲的军事变革在当时的世界军事变革中，起着推动和深化作用。中国军事变革的成果，被封建帝王作为巩固其统治的工具，使社会的发展处于封建壁垒的封闭之中，失去了社会变革的良机。以欧洲为中心的西方国家军事变革的成果，成为新兴市民阶级推翻封建贵族统治的利器，建立了资产阶级国家，使社会向着近代化的方向迅跑。东西方社会发展的方向性差异由此开始。

上述情况表明，火药与火器的制造与使用技术在世界范围内的传播与交流，并非单向直进，而是呈现出你追我赶，由后进变先进，由先进促后进的态势。中国在公元 808 年前发明火药并于 10 世纪将火药用于军事，开创了人类战争史上火器与冷兵器并用的新时代。欧洲人则在 15 世纪率先把火器的发展推进到了火绳枪炮的发展阶段。中国明朝军事技术家即于嘉靖年间（1522—1566 年），以传入的火绳枪炮为样本，进行仿制和改制，成为明军的制式装备。以火器发展为基础的军



事变革，大致也遵循这一规律。14 世纪末至 15 世纪初，中国明朝以当时先进的火铳为基础，率先进行军事变革。至 15 世纪后期，欧洲一些国家的军队，由于火绳枪炮的大量使用，于是以其为基础的军事变革也广泛地开展起来。

二、欧洲的军事变革

15 世纪 80 年代至 17 世纪 40 年代欧洲进行的军事变革，虽然与明朝进行的军事变革没有直接的联系，但其基本的内容与涉及的方面却大致相似。

1．军队组制装备的变革

15 世纪后期，由于欧洲一些国家社会发展的变化与火绳枪的大量使用，使步兵的编制装备开始发生新的变化，出现了由雇佣兵组成的职业步兵①。16 世纪，西班牙组建了由火绳枪手编成的火绳枪兵，继西班牙之后，一些国家步兵营，开始由 2/3 的火绳枪兵与 1/3 的长矛兵编成。1630 年前后，英国步兵一律废除长弓而装备火绳枪，率先摆脱了冷兵器而进入火器时代。其后不久，欧洲各国的步兵也都全部由火绳枪兵和燧发枪兵编成，编制装备得到了全面的更新。

15 世纪后期，欧洲一些国家已经出现了装备火绳枪的骑兵。到 16 世纪末，先是在法国，而后又在其他国家，建立了一种兼有步骑兵特点的两用骑兵——龙骑兵②。龙骑兵装备火绳枪后，既可在马上射敌，又可下马同敌拼杀。

欧洲一些国家虽然在 14 世纪已试制成火炮，但因炮身笨重而未装备军队。到 15 世纪时，火炮的形制构造已有很大的改善，野战炮兵的编制也随之出现，火炮与炮兵在战争中的地位有了显著的提高。17 世纪 30 年代初，瑞典国王古斯塔夫（Gustav Ⅱ，1594—1632 年）编制了团炮兵，其下又分为随步兵协同作战的轻炮兵，以及作为预备队的重炮兵，以便充分发扬火力突击的优势。瑞典炮兵装备的火炮，已达到每千名士兵 5～12 门的高比例，曾为欧洲风靡一时的炮兵。

海军编制装备的变革当以英国海军为先。15 世纪末至 16 世纪初，英国海军装备的舰船与舰炮，无论在数量和质量上，都已在欧洲独领风骚。至 17 世纪 30 年代英国资产阶级革命胜利前夕，英舰“霸王”号建有上中下三层甲板，分别装备了 26 门、30 门、30 门各型舰炮，加上其他火炮，总数已达 132 门。成为世界上装备舰炮较多的战舰之一③。

2．军事训练的变革

欧洲军队军事训练的变革，虽然比明军起步晚，但其进展却相当快。

步兵训练的最初变革，表现在对火绳枪兵与长矛兵进行协同作战的训练。到 16 世纪，荷兰步兵已采用由尼德兰总督莫里茨（Muritz，1567—1625 年）编写的欧洲第一部操典，进行统一的训练。其训练程序是在单兵训练的基础上，进行由 150～200 人编成的连级战斗队形训练。每连编 1/3 火绳枪兵，分成 5～8 排，进行轮番齐射。2/3 的长矛兵分成 2 排作掩护。这种训练方式，与明将沐英所部于洪武二十一年（1388 年）三月，在云南麓川同思伦发所部作战时，采用多排火铳兵齐

① 约在 15 世纪中叶，各城市反对封建贵族的斗争得到了各君主国的响应，并乘机建立了雇佣军队，用以镇压贵族的反抗。

② 恩格斯在《骑兵》中对此作了详细论述。

③ 恩格斯在《海军》中对此作了详细论述。



射的战术，有惊人的相似之处。

16～17世纪，法国、普鲁士和奥地利等欧洲国家的骑兵，也都像步兵一样，训练骑兵在马上使用马枪进行齐射的战斗动作，及训练快速突击和下马进行白刃格斗的战斗动作。

欧洲一些国家在15世纪后期至16世纪组建成独立炮兵后，其训练方式也随之出现。最初是将火炮成一线配置，布列于战阵的前列，对炮手进行一线齐射的战术训练。在1618—1648年进行的“三十年战争”① 后，各国对战争中的经验教训进行了认真的总结，出现了炮兵同步兵、骑兵进行协同作战的训练方式。其法是将军队配置成两线，骑兵在两翼，步兵在中央，炮兵在这两个兵种的前面，或两者的间隙上。作战开始后，先以炮兵进行火力突击，为步骑兵冲杀打开通路。这同明朝永乐帝倡导的神机枪炮兵与步骑兵协同作战的布阵原则又不约而同。

3. 作战方式的变革

到“三十年战争”时，西方国家军队作战方式的变革，已经达到了成熟的程度，在野战、攻守城战和海战中都有明显的反映。

野战方式的变革主要表现在线式战法的采用。1631年9月16日，瑞典—萨克逊联军与天主教联盟军，在莱比锡以北8千米的布列敦费尔德会战。古斯塔夫率47 000联军，拥火炮100门，首次采用新的两线配置的线式战法，在天主教联盟军前布阵。天主教联盟军统帅梯里（Tchann Tserclaes Tilly，1559—1632年）率部35 000～40 000人，拥26门火炮，按陈旧的作战方式布成密集方阵迎战。会战结果瑞典—萨克逊联军获胜。究其原因主要有五：其一，瑞典—萨联军的战阵成纵深配置，各战术单位之间留有适当的空间，既具有一定的稳定性，又便于活动；其二，各战术单位的编成适当，既有突击力，又便于指挥，具有较好的机动性；其三，各战术单位都配置了预备队，而且配置了全军的总预备队，指挥员可根据战场形势的变化，随时指挥预备队增援薄弱环节；其四，以优势的火炮集中猛轰敌军的密集方阵，充分发挥了火力优势；其五，充分发挥了炮兵与步骑兵协同作战的威力。此战被兵家誉为成功运用新的作战方式的著名战例。

17世纪30年代，进攻城堡或要塞，都已采用火炮猛轰的方式。如1630年12月，古斯塔夫率部20 000多人，拥80门火炮，强攻奥得河畔的格累芬哈根要塞，迫使守军放弃了要塞②。次年4月，其部20 000多人，又用200多门火炮，猛轰奥得河畔的法兰克福要塞并将其占领。

海战方式的改变，在于以海上炮战代替陈旧的冲角战和接舷战，最著名的战例便是1588年的英西格拉夫林海战。当年5月，由西多尼亚（Medina Sidonia，1550—1615年）公爵率领的西班牙无敌舰队，从里斯本出发，企图进攻英国。全军拥有水兵8 000余人、步兵19 000人、战舰124艘、舰炮1 124门③。英国派霍华德（Howard）勋爵率领英国舰队，在普茨茅斯海峡附近待机歼敌。英国舰队拥

---

① 三十年战争：是由基督教徒和天主教徒之间的斗争所引起的全欧洲在1618—1648年之间的战争。

② 恩格斯在《炮兵》中对此作了详细论述。

③ 此数据载于《西洋世界军事史》第二卷，第14页。关于西班牙无敌舰队的战舰和舰炮的数量有多种说法：一说是无敌舰队有130艘战舰，1 243门舰炮；另一说是，无敌舰队有124艘战舰，1 124门舰炮。



有水兵 14 500 人、步兵 1 500 人、战舰 172 艘、舰炮 1 972 门①，超过了无敌舰队。双方几经交锋后，于 8 月 8 日 4 时，在格拉夫林附近海域进行决战。无敌舰队采用接舷战方式企图接近英舰，但因舰体笨重，航速较慢，难以靠近英舰，且舰炮射程近，不能击中英舰。英国舰船航速较快，机动性好，舰炮射程远，且有基地作依托，始终处于主动地位，不待西班牙舰船靠近便将其击伤击沉，战斗至 18 时结束。西班牙舰队战败后于次日晨返航，从此一蹶不振。英国从此成为海上强国。此后，海上炮战的方式便取代了接舷战的方式。

4．城堡建筑技术的创新

由于欧洲各国的大中型火炮，在 15～16 世纪得到了迅速的发展，对欧洲中世纪建筑的城堡产生了严重的威胁。为了改善城堡的防御能力，城堡建筑的设计者采取了如下措施：其一，降低城堡的高度，增加堡墙的厚度，并逐渐演变成内堤；其二，将护城壕加宽、加深，并将外堤向前延伸，使城堡的核心处于攻城炮的射程之外；其三，将城塔的直径增大，高度降低，并逐渐演变成能安置数门火炮的圆形炮台，成为近代炮台的雏形；其四，为了克服圆形台堡的射击死角，又将其改为五角形棱堡式炮台。16 世纪的意大利便正式建筑这类炮台，从而使要塞建筑开始从城堡式要塞体系，进入炮台式要塞体系的发展阶段②。

三、明后期的军事变革

明后期的军事变革，主要表现在编制装备、军事训练、作战方式等方面。

1．编制装备的变革

明朝后期军队编制装备的变革，集中表现在戚继光所编合成军的创建及其装备的更新。隆庆二年（1568 年），戚继光奉命以都督同知衔总理蓟州、昌平、保定三镇练兵之事。他根据蒙古骑兵作战的特点，编练了完全不同于明代前期的卫所旗军与神机营的合成军。合成军编有步兵营、骑兵营、车营和辎重营，装备了以鸟铳与佛郎机为主的大量火器。《练兵实纪杂集·车步骑解》对此有详细的记载。

步兵营每营下辖 3 部，每部 2 司，每司 4 局，每局 3 旗，每旗 3 队，每队 12 人。全营共编官兵 2 700 人，其中鸟铳手 1 080 名、杀手 1 080 人。鸟铳手占总人数的 40%，加上火药箭手后，使用火器的士兵占 50%。每营装备的兵器有 1 080 支鸟铳及其全套附件、1 080 名杀手使用的兵器有长把刀及长枪、狼筅、镗钯、弓、大棒等。这些兵器具有火器与冷兵器相结合，冷兵器中射远兵器与近战兵器相结合，近战兵器中长柄格斗兵器与短柄护体兵器相结合的特点。这些特点能使各种兵器在不同的距离上分层次地杀伤敌人，是火器与冷兵器相结合战术进一步发展的基础。

骑兵营每营下辖 3 部，每部 2 司，每司 4 局，每局 3 旗，每旗 3 队，每队 12 人。全营共编官兵 2 700 人，其中鸟铳手 432 人、快枪手 432 人、炮手 180 人（按每营装备虎蹲炮 60 门，每门编炮手 3 人计算），计有枪炮手 1 044 人，占总人数的

① 此数据载于《西洋世界军事史》第二卷，第 14 页。关于英国舰队的战舰和舰炮的数量有多种说法：一说是英国舰队约有 200 艘战舰、1 800 门舰炮；另一说英国舰队有 197 艘战舰，1 972 门舰炮。

② 恩格斯在《筑城》中对此有专门论述。



38.7%，加上火药箭手，使用火器的士兵约占50%左右。每营装备的兵器有：432支鸟铳、432支快枪，以及它们的全套附件（两者的附件相同）；60门虎蹲炮及其全套附件；1 152张弓、1 152把腰刀，以及双手长刀、镋钯等。骑兵装备虎蹲炮后增强了快速突击力，成为我国骑兵史上最早的骑炮兵，比瑞典国王古斯塔夫在1630年编制的骑炮兵要早50～70年。戚继光便成为创建和指挥这种骑炮兵的统帅。

车营每营下辖2部，每部4司，每司4局，每局2联，每联2车，每车载佛郎机炮2门，编士兵20人。全营编车炮兵2 604名，配炮车128辆，共载佛郎机炮256门。另配：鼓车2辆，编士兵20人；火箭车4辆，编士兵40人；坐车3辆，编士兵30人；大将军车8辆，编士兵160人；以上17车共编官兵250人。一个齐装满员的车营，共编官兵3 109人，其中鸟铳兵512人、佛郎机手768人，两者合计占总人数的41%强。每营除上述装备外，还有256门佛郎机炮和512支鸟铳的全套附件，以及768根大棒等冷兵器。车营实际上是炮车的机动性与佛郎机的摧毁与杀伤力相结合的车炮营，它所装备的佛郎机炮总数，比前述布列敦费尔德会战中，古斯塔夫所率联军的100门火炮要多1.5倍。比古斯塔夫强攻格累芬哈根要塞所用的80门火炮要多2倍多。比古斯塔夫强攻法兰克福要塞所用的200门火炮还要多。若按军队装备火炮的比例计算，戚继光车炮营装备的佛郎机炮已达到每12名士兵1门的高比例。而古斯塔夫创建的炮兵每80～200名士兵才装备1门火炮。相比之下，戚继光车炮营按士兵人数平均装备火炮的比例，要高出7～17倍。这不但是我国军事史上的创举，也是世界军事史上的奇迹。戚继光则是创建和指挥这种车炮兵的统帅。

辎重营按将官（含中军，营级）、千总、把总、百总、车正（车长）各级分管战车。每名营将统2名千总，千总统2名把总，把总统4名百总，百总统5名车正，车正管车1辆，每车备佛郎机炮2门，编士兵20名。一个齐装满员的辎重营，编官兵1 908人（《练兵实纪杂集》卷八计算为1 914人，似误），其中佛郎机炮手480人、鸟铳手640人，两者合计总人数的58%强。全营装备炮车80辆、军车3辆、佛郎机炮160门及其附件160套、鸟铳640支及其附件640套。辎重营既能快速运粮支援部队长驱歼敌，又能以其装备的枪炮直接赴战场参战，以火力支援其他部队，可以发挥其大约相当于2/3个车营的战斗力。是一种既能供给前线军需，又有一定战斗力的史无前例的辎重营。

戚继光编练的合成军，最大限度地利用了当时最先进的军事技术成果，成为当时的精锐之师，也是军队编制装备变革成果的集中体现。它们既可独立作战，又能协同御敌。戚继光编制合成军及各兵种营的先进性及其规模，为同期欧洲国家的军队所不及。他在军队编制装备方面的创新思想，对后世产生了深远的影响，其后的赵士桢、徐光启、孙承宗关于合编车、步、骑、辎重的主张，都是在其启发下提出的。曾国藩也参照其营制编练了湘军。

2. 军事训练的变革

随着火绳枪炮的大量使用，明代后期的军事训练也发生了相应的变革，其内容在《纪效新书》和《练兵实纪》中，有详细的记载和论述，有的几乎已经成为



当时进行军事训练的规定和“条令”。这些规定以单兵训练为基础，直到各兵种进行协同作战的训练，全面反映了以戚继光代表的战术思想，也是明代后期使用火器与冷兵器相结合战术发展到新阶段的反映。其训练方式大致有基础训练、营种内的训练和合成军协同作战的训练。

基础训练主要是对单兵使用各种兵器的训练，在《练兵实纪杂集·练手足》中，记载了对鸟铳手、佛郎机炮手、虎蹲炮手、火箭手、弓箭手、大棒手、镗钯手、腰刀手、盾牌手，进行训练和考核的详细内容①。对各火器手的训练主要包括使用鸟铳、佛郎机炮、虎蹲炮等火器，进行射前性能与射击安全检查，选用合格的弹丸、火药与火绳，备好各种附件，向枪炮膛内装填弹药，而后按各种规定动作操持枪炮，进行瞄准或调整发射角，并专心听令发射。以鸟铳手的训练为例，《纪效新书》卷十五《放鸟铳法式》中，对射击动作作了具体规定：

> 先将药预装各小竹桶内，约（量酌意思）铳口，可容几钱铅子一枚，即每桶装药几钱，药多则铅（熔）化，药少则子无力。先装药入铳，用搠杖送实，方下铅子一枚，又（用）搠杖送下至药际。将火门取开，用另装细火药倾入鸟铳火门内，向上振摇。药入线门，将火门闭之。以火绳安入龙头。前手托铳架中腰，后手开火门，即拿铳架后尾。人面妥（贴近）架尾之上，用一只眼看后照星对前照星，前照星对所打之人。用右手大食指拨鬼（轨，即扳机）向后，鬼入，龙头落在火门，药燃铳响。

这是我国兵书对使用手射火器的士兵，进行“三点一线”射击术训练的记载。《武备志·鸟咀铳》在转录这一段记载时，对其文句作了修改，并在其后用口诀形式作了简化：

> 一洗铳，二下药，三送药实，四下铅子，五送铅子，六下纸，七送纸，八开火门，九下线药（火门药），十闭火门安火线，十一听令开火门，照准贼人举放。

将射击动作口诀化后，便于士兵操作。赵士桢在《神器谱·原铳》中，按倒铳药、装铳药、实药装弹、着门药、着火绳等射前动作次序，分别绘制了图形，图中对每一个动作都作了详细的文字说明。之后，又将射击姿势按蹲放、立放、十数步打贼、五六步打贼（即蹲跪式射击、站立式射击、数十步近战射击、五六步应急射击）分别绘制了图形，并作了文字说明，再现了当年士兵持枪训练的场景。

对火炮手使用大型火炮进行射击的训练内容，在《兵录·西洋火攻神器说》已有初步论述，《西法神机》与《火攻挈要》又有所发展，其方法更进步，其理论内容更翔实而系统化。归纳起来，主要有射前的各项检查和准备，对初级测角仪和望远镜的使用，火炮的操作程序，射角与射程关系的测定，对目标的瞄准，射击中的安全保护等。

营种内的各级训练包括队、哨、营三级，队的训练是基础和关键。戚继光在东南沿海抗倭作战时，创造了当时队级训练的一种最佳队形——“鸳鸯阵”。“鸳

① 对冷兵器的训练内容大抵与历代相似，此处不赘述。



鸯阵”由一队12名士兵组成，其中1名炊事兵不参战，其余11人的排列顺序是：队长在队前督战，另外10人分两伍成两列纵队：两列士兵所持的兵器，按攻守兼备、长短互补、前后照应、左右搭配的原则进行配备，使各种兵器能在作战中充分发挥作用。最初配备的都是冷兵器，当鸟铳和快枪增多后，鸳鸯阵便成为火器同冷兵器变相配备的战斗队形。这种队形在戚继光到北方练兵时，已发展至完善成熟的程度。其队形排列顺序是：队长在队前督战，第一排两名伍长各持鸟铳1支（附铳刺1把）①，第二排两名士兵各持快枪1支，第三排两名士兵分别执圆形和长方形藤牌一面，第四排两名士兵各持狼筅1支，第五排两名士兵各持镋钯1杆。其训练程序是：当敌兵接近至百步左右时，两伍长以鸟铳射敌，射毕后退至两名镋钯手后，安插铳刺；敌稍近，第二排士兵以长柄快枪射敌，射毕后退至两名伍长身后；第三排士兵以藤牌掩护；第四排士兵以狼筅刺敌；第五排士兵以镋钯作架，各施放3支火箭。当敌接近至30步（每步约1.7米）时，此时“鸳鸯阵”已成如下顺序排列：第一排是藤牌手，第二排是狼筅手，第三排是镋钯手，第四排是持鸟铳带铳刺的“长刀手”，第五排是持快枪改装的“长棍手”（图2-6-34）。

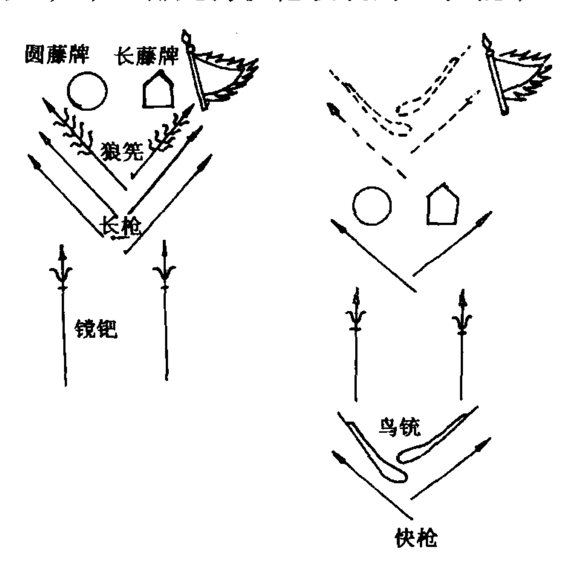


图2-6-34 鸳鸯阵

此鸳鸯阵同南方抗倭时的鸳鸯阵相比，有两大发展：其一是使用火器的数量大为增加，已达到全队所用兵器的40%~50%，其中鸟铳与快枪各2支、火箭6支；其二是在11名兵员中已有6名持两用兵器，充分发挥了火器与冷兵器的作用，大大提高了鸳鸯阵的战斗力。

在以鸳鸯阵队形进行训练时，还包括训练阵形变换的内容。如在队长居中指挥下，可将其分为两列纵队的“二伍阵”或三列纵队的“三才阵”。二伍阵每伍5人。三才阵中路5人，左右两翼各3人。这两种编队方法，实际上就是将相当于现在1个班的兵员，分为由5人或3人组成的2~3个战斗小组，进行机动灵活的战

① 《练兵实纪杂集·练伍法》说：两伍长各持鸟铳1支、双手长刀1把。此说欠合理。因为一人不可能同时使用两件长柄兵器，何况大刀须双手握持，鸟铳装填复杂。根据前面介绍的鸟铳构造可知，双手长刀似为带铳刺的鸟铳，其铳刺可刺敌。因此，伍长所持的长柄兵器，似为一支带铳刺的鸟铳。



斗。二伍阵和三才阵士兵所用的兵器，也按鸳鸯阵所用的兵器的原则进行配备。4个鸳鸯阵还可合成一头两翼一尾的菱形哨阵进行训练。由此还可由各个菱形哨阵，合成为一个营的大方阵或其他各种阵形变换的训练，在营级规模上发挥火力优势，以及进行火器与冷兵器相结合的战术训练。在单营训练的基础上，还可进行2～5营的合练。由此可见，戚继光创造的鸳鸯阵的训练方式，其规模可大可小，使全军形成可以任意作线式和纵队变化的战术队形，以适应各种规模陆战的需要。

合成军的协同作战训练，是当时军事训练变革的综合成果和集中体现，它以单一兵种的训练为基础，着重训练各兵种在作战中互相协同的各种个体和群体士兵的战术动作。在这种训练中，车营以战车排列为营阵，以挡数万敌骑之冲突，成为有足之城，不秣之马，其威力全在于佛郎机炮和鸟铳。作战时，首先在较远的距离上（约300步），以佛郎机炮猛射敌骑，减杀其冲突力。待敌骑接近至100步时，鸟铳手实施齐射，再次减杀敌骑的冲突力。敌骑再近，则步骑兵投入战斗，以鸟铳、虎蹲炮、弓箭射击敌骑。而后以绵密的鸳鸯阵接敌。最后当敌骑败退时，骑兵即驮虎蹲炮、持鸟铳、三眼铳和名种冷兵器，上马追歼败逃残敌。步兵亦随之追击敌骑，直至大获全胜为止。

同纵深队形的方阵训练相比，戚继光创造的鸳鸯阵疏开队形的训练方式，在战术意义上有许多创新之处：其一是疏开式作战队形能比较有效地避免敌军火器的密集杀伤，减少了战斗力的损耗；其二是较好地解决了各种武器合理的战斗编组问题，从而能发挥各种武器综合的杀伤力；其三是能较好地发挥集中使用火器的威力；其四是使部队获得机动、迅速而较少受地形条件限制的能力。类似鸳鸯阵的线式与纵队相结合的作战训练，在西方还是一两个世纪以后的事。戚继光创造的以鸳鸯阵疏开队形训练方式为基础的军队各级训练方式的变革，对其后的军事训练产生了重要的影响。

明天启年间，兵部尚书孙承宗奉命经略辽东后，即以戚继光为榜样，编练车、步、骑、辎合成军，进行运用火器作战的严格训练。他在《车营和答合编》中，对合成军的训练作了较全面的论述。他特别重视单兵的基础训练，要求鸟铳手、佛郎机手、三眼铳手，都要熟悉所用火器的形制构造，要能熟练地进行装配和拆卸，同时要对他们进行装填弹药、操作规程、瞄准射击等技术和战术的全面训练。在此基础上，再对由25人编成的基本战斗单位一队，进行训练。而后再进行营内各级的训练。最后再进行车、步、骑、辎重和水师营的合营训练，即进行协同作战的最高形式的训练。

明代军事训练的变革，从洪武年间训练火铳的射击开始，经过永乐年间神机枪炮兵与步骑兵的协同作战训练，发展到明代后期戚继光和孙承宗的合成军协同作战的训练，已经把古代火器与冷兵器相结合的军事训练，推进到了高级阶段，对此后军事训练的发展，产生了深远的影响。

3. 作战方式的变革

明代后期作战方式的变革，主要是明军在抗倭作战、援朝抗日作战、抗击后金军作战中，用鸟铳、火箭、火毬、喷筒、各种铳炮、西洋大炮等火器同各种冷兵器相结合，进行野战、山地战、攻城战、守城战和海战等。它们在一些典型的



战例中，都有明显的反映。

其一，用鸟铳全歼倭寇的上峰岭山地战。嘉靖四十年（1561 年）五月初四，倭寇 2 000 余人欲经上峰岭袭扰台州（今浙江临海）下辖之仙居县。上峰岭南是一条狭长谷地，便于设伏击敌。于是戚继光率 1 500 余人，先敌到达上峰岭，每人以松枝一束作伪装隐蔽。初五日，倭寇至上峰岭南侧，只见岭上丛松茂盛，便不加戒备，径自前行。戚家军待倭寇过半，便抛开松枝，以鸳鸯阵队形接敌，一时鸟铳齐发，齐射倭寇，又以居高临下之势猛冲敌阵，倭寇四面受敌，猝不及防，败退至北面小山，试图顽抗。戚家军乘势猛攻，登上山巅，杀得倭寇四下坠崖，残部攀岩而下，溃退白水洋（今临海西）之朱家宅，又被戚家军团团围住，以鸟铳齐射，纵火焚烧，将其全歼。此战斩倭寇 344 人，生擒倭酋 5 人，缴获兵器约 1 490多件，解救被掳男女 1 500 余人。这是在山地战中以鸟铳为主要兵器，全歼倭寇的一个出色战例。

其二，用传统火器收复平壤城。万历二十年（1592 年）底，明提督蓟辽、保定、山东等处防海御倭总兵官李如松、兵部右侍郎宋应昌，率 30 000 余人第一次赴朝抗击日军。随军装备：大将军炮 120 门、灭虏炮 2 210 门、虎蹲炮 20 门、小信炮1 190门、快枪 500 支、三眼铳 100 支、毒火与明火等火箭 53 000 支，以及数量众多的各种冷兵器。万历二十一年（1593 年）正月初六，李如松集中朝联军 50 000人（一说 40 000 余人）围歼平壤日军。其时，日将小西行长率 24 000（一说 15 000）日军据守平壤。初八日黎明，中朝联军从城北牡丹峰、城南含球门和城西门三面发起总攻。一时众炮猛轰，万箭齐射，快枪与三眼铳举发，城内烟焰弥漫，烈火冲天，日军不支。激战至中午，联军三面破城。日军退守城内，乘夜履冰过大同江东逃。初九日凌晨，又遭联军伏击，残兵遁走龙山。此战，中朝联军以火力优势歼敌万余，收复黄海、平安、京畿、江原等四道，日军被迫退至朝鲜东南沿海一隅。

其三，用传统火器伏击日军的露梁海战。万历二十年至二十五年，日本太政大臣丰臣秀吉两次发兵侵朝。明廷应朝鲜国王的请求，两度派兵援朝抗日。二十五年九月，明军稷山（今朝鲜忠清道）大捷后，日军退至朝东南沿海的蔚山、泗川与顺天一带。之后不久，丰臣秀吉死，遗嘱日军撤退。二十六年十月，联军水师闻讯后，即将 26 000 余人、战船 800 余艘，移向左水营，占领猫岛，封锁光阳湾，控制露梁海峡，以协同陆军围歼顺天的日将小西行长部。万历二十六年十一月十八日，日岛津义弘率部万余人，乘战船 500 余艘，会同南海等地日军，企图接应小西行长突围。联军水师得知情报，以明副总兵邓子龙率兵千人伏于露梁峡北侧，朝鲜统制使李舜臣率部伏于南海岛的观音浦，明水军提督陈璘率主力泊于竹岛与水门洞港湾，构成袋形部署，待机伏击岛津义弘援军。十九日晨，岛津援军进入设伏海域。联军各部即发火炮、举喷筒、投火毬，摧击和焚烧日军战船，杀伤日军官兵。日军不支，向南溃逃。至二十二日，陈璘率部追击至乙山，全歼日军残部。明将邓子龙与朝将李舜臣战死。此战，明将准确判断敌情，周密部署兵力，以优于日军的火器，取得了海上伏击战的胜利。

其四，用红夷炮与传统火器进行攻守的松山之战。明崇祯十二年（清崇德四



年，1639年），清军开始进攻松山，为入主中原打开通路，明军以重兵扼守。双方在攻守之战中，都使用了数量较多的红夷炮与传统火器。中国第一历史档案馆于《历史档案》1981年第2期，公布了《明军守卫松山等城堡的六件战报》。其中第2件战报《兵部呈为高起潜题松山防卫获胜事本》（崇祯十二年三月十四日）称：

本年二月二十日，奴贼（指清军）至松山南台下扎营七处。二十二日寅时分，马步达贼（亦指清军）约有三万余，架推红夷炮车，分为三股，用炮攻打三处楼台。不期台力单薄，难以抵敌，至未时将三处楼台打开。三股对城攻打，至晚回营。二十三日照前攻打，即在南台下营，乘夜暗袭，南关厢墙下扒开三十七处，安设红夷炮三十七位。

第3件战报《兵部呈为高起潜题清兵仍围攻松城应昼夜援本》（崇祯十二年三月十九日）称：

（三月）十一、十二等日，贼用火炮攻壮镇台，又攻观察山台，又攻杏山等。

第4件战报《兵部呈为方一藻题中后所击退清兵进攻事本》（崇祯十二年三月二十三日）中，记载了守城明军用红夷炮轰击攻城清军的情形：

（三月十二日）酉时，奴贼大众拥过黄土堆，其步夷（即步兵）自半边山迤南至鲍官岭一带扎营伍处，有马奴贼三千余骑，分股冲来。一从柳树沟冲西门，一从半边山冲东北二面。城上官丁点放红夷大炮，打倒大旗二杆，虏贼落马甚众……又有达贼一股约二百余骑，从东突至西南……炮手刘成孝，用炮打落达贼一名下马，众遂奔散。

崇祯十三年（1640年）五月，清军大举进攻锦州、松山、杏山、宁远一带，主帅皇太极亲临督战。明蓟辽军务总督洪承畴统一指挥130 000明军进行抵抗，在关外进行战略决战。双方都使用当时最先进的红夷炮、大将军炮、灭虏炮、鸟铳、三眼铳等火器，进行攻守城战。结果明军却在松山附近屡战失利，被困于松山城内。战至崇祯十五年（1642年）二月，洪承畴因城破被俘而降。当年三月，明锦州守将祖大寿率部出锦州投降。四月，清军连破塔山、杏山两城。自此，明军精锐损失殆尽，宁锦防线彻底崩溃，清军入关已成必然之势。

上述战斗和战役的全过程说明，由于明代后期火绳枪炮与传统铳炮、火箭等火器的发展，将明代前期已经发生的作战方式的变革，推进到一个新的发展阶段。枪射炮击已成为杀伤敌人的有生力量、摧毁敌军防御设施的主要方式，水战中的撞击战、攻城战中的云梯攀登已逐渐退居次要地位。

从16世纪后期至17世纪前期，中国与欧洲国家所进行的军事变革，就其规模和涉及的领域而言，虽有其大致相似、相近的一面，但其结果却大不相同。中国军事变革的成果，因中原汉族农耕民族政权明王朝的灭亡，而落至入主中原的少数民族政权之手。长于弓马骑射的女真族，虽然在其与明军关外决战，入关后攻城略地，以及清初收复雅克萨、平定三藩之战中，曾对火器的制造与使用技术有过特殊的关注而推动其发展，但是在战事平息之后，仍不忘其弓马骑射之根本，把兵器制造的重点放在冷兵器上，而没有发展以大工业为基础的军事工业，也没有发展大工业本身。因此火器的进一步发展便失去了基础，由徐光启等明末火器



技术家所倡导的研制火器的科学性要求又被窒息，最终导致一个庞大的封建大帝国只能依靠明末使用的火器与风帆战船来保卫它的安全，其结果只能是安全不保、山河破碎了。

与之相反，欧洲国家军事变革的成果为新兴的资产阶级所掌握。他们凭借火器所夺得的政权，来建立庞大的军事工业，不断提高其科学性，推动其发展，从而使其军事装备水平超越火药与火器的发明之国而走在世界的前列。



第七章
军事工程

明代是我国古代军事工程高度发展的时期，其间城墙城池式军事筑城已经发展到相当成熟的阶段，这同明太祖朱元璋推行“高筑墙”的方针是分不开的。元至正十七年（1357年）七月，朱元璋率部在攻取衢州（今安徽歙县）时，采纳了隐居于徽州石门山的儒生朱升之建议，实行“高筑墙”的战略方针。

在元末农民起义战争和统一战争中，朱元璋针对群雄角逐，纷纷据地称王的形势，在军事上采取积极发展，边发展边巩固的措施，努力经营已占领的地区，积蓄力量，使之成为进一步扩大领地，待机而取天下的强大后方。为此，他在每占领一城一镇后，便下令修缮城防，加强守备。如至正二十二年二月，朱元璋所部在攻占洪都（今江西南昌）后，便将原来临江而筑的城墙，移筑于离江边30步的空旷之处，以免敌船从江上直接凭借攻城器械攻入城内。[①] 这一措施果然收到了良好的效果，当陈友谅所部于次年四月拥巨舰抵近洪都江面，准备直接攻城时，因城墙后移而受阻，而朱元璋所部则依托新筑的洪都城，坚守85日，争取了时间，为七八月间在鄱阳湖决战中歼灭陈友谅的主力奠定了基础。

明王朝建立后，朱元璋及其后各届朝廷，继续推行“高筑墙”的方针，通过修建、扩建旧城和增建新城，达到固边关，守要隘，扼重镇，控枢纽，防内乱，御外敌，保持朱明王朝长治久安的目的。正因为如此，在明朝统治的276年中，通都大邑和府州县城、北方的长城、沿海的备倭城，都有较大规模的改建、扩建和新建。其中南京城和长城的兴建和改建，则是明代军事筑城工程技术水平提高的突出标志。

第一节 都邑军事筑城

明代的都邑筑城甚多，其中有南京城、中都城和北京城等都城。有雄镇南方的广州城，跨连荆豫、控扼南北的襄阳城，东屏豫章（今江西南昌）、西控长沙的宜春（今江西宜昌）城，西南之会府、用兵遣将之枢机的桂林城，东北要地辽阳城，苏北沿运河边的高邮城等府州县城。它们有的是新建，有的是改建和扩建，但都反映了明代军事筑城工程技术的特色。

一、都邑军事筑城技术之最——南京城

南京是我国著名的六大古都之一，有建业、建邺、建康、金陵等名称。明代以前在此建都的就有：东吴（229—280年）、东晋（317—420年）、南朝宋（420—479年）、齐（479—502年）、梁（502—557年）、陈（557—589年）、南唐（937—975年）等七个朝代。朱元璋在起兵之初，就采纳了冯国用定鼎金陵的

① 《明太祖实录》卷十，己巳二月辛卯，《明实录》一，第105页。

建议，在夺取金陵后，即以其为根据地，发展实力，扩充地域，于至正二十四年在金陵称吴王，并于至正二十六年改筑应天（即金陵）城，营建新宫。明朝建立后，朱元璋于洪武元年（1368 年）召集大臣议论定都之事。最后，朱元璋根据政治和军事的需要，以及金陵经济和地理条件的优越性，决定以金陵为都，以其故乡临濠（今安徽凤阳）为中都的两京制的方案。

1. 有利的建都条件

金陵位于长江下游，是江南重镇。长江自西南流经金陵后折而向东，江面较窄，自古以来就是沟通长江两岸的主要渡口和水陆交通的要冲。溯江而上，可至两湖四川，顺流而下，直达海口，北通黄淮，南控二浙，古代的几条重要驿道都从这里交汇而过，交通十分便利。金陵所在的附近地区物产丰富，供应充足。秦淮河下游是一片肥沃的冲积平原，盛产稻米。太湖流域的鱼米之乡，又可成为金陵的谷仓。金陵城内又拥有发达的手工业和工商业，其中古冶城（今南京朝天宫）是一座规模较大的冶炼作坊，也是古代的兵器制造场所。史家因此而有“财赋出于东南，而金陵为其会”的说法。

在元末明初倭患兴起的情况下，以金陵为都，还可就近指挥沿海各省驻军，有效地抗击来犯的倭寇，保障东南沿海各省的安全。

金陵背靠钟山（又称紫金山），面临长江，龙蟠虎踞，地理形势十分险要，易守而难攻。所以朱元璋的结论是：金陵乃“江南形胜之地”，足以立国建都；临濠离中原稍近，“前江后淮，以险可恃，以水可漕”，可作为中都①。在金陵建筑明朝都城，正是在朱元璋的这一思想指导下进行的。

2. 南京城的规模和布局

洪武元年八月，朱元璋下诏将应天改为南京②，南京之名自此始。南京城最初是在南唐都城南西两面城墙的基础上，加以拓宽、增高和扩建而成的，它包容了南唐都城西北墙外侧的卢龙山（今狮子山）、鸡笼山（今北极阁）、覆舟山（今小九华山）、龙广山（今富贵山）、马鞍山等诸座山峦。由于南京城因山顺势，据险而筑，故凭高俯瞰，城墙所围圈的平面，是一个不规则的多角不等边形，成为东傍钟山，西踞石头山（今清凉山），南凭秦淮河，北控后湖（今玄武湖），内包皇城和宫城（图 2－7－1）的巨大城市[19]。京城从至正二十六年八月改筑应天城开始，到洪武

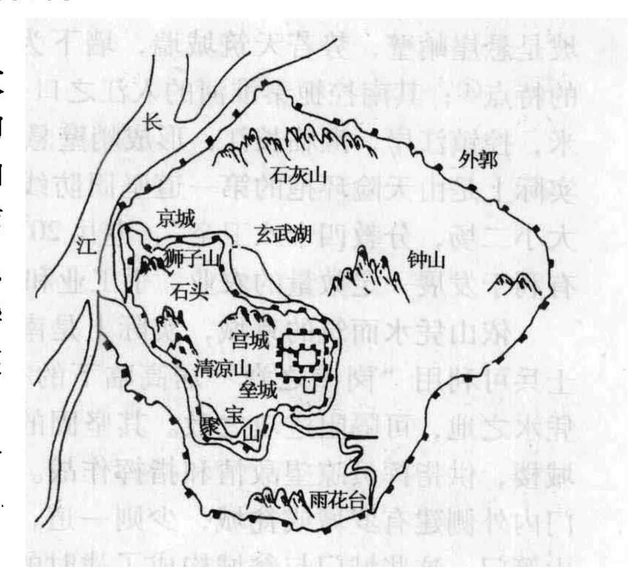


图 2－7－1　南京城平面形势
（采自季士家《明都南京城垣略论》）

① 《明太祖实录》卷四五，洪武二年九月癸卯，《明实录》二，第 880～881 页。

② 《国榷》卷三，洪武元年八月己巳，《国榷》（一），第 368 页。当时朱元璋所定的两京是以应天府为南京，以开封（汴梁）为北京。洪武二年九月决定以临濠为中都，未以开封为北京。



十九年（1386年）十二月“新筑后湖城”止，前后共用了20年4个月。全城周长37 144米[19]。城墙上建垛口13 616个，战棚200座。城墙的高度与厚度因地形而异，最高67米，一般高为16.5~23.1米，最厚处有26.4米，一般厚为4.2~4.6米。全城自东南至西北共开有：正阳、通济、聚宝、三山、石城、清凉、定淮、仪凤、钟阜、金川、神策、太平、朝阳等13门①。南京城不仅雄冠当时全国各城之首，而且也是世界上第一座大城。

外郭始建于洪武二十三年四月，周长90 000米②，把京城附近的幕府山、紫金山、聚宝山、清凉山等险要之地，全部包围于其内，“西北则依山带江，东南则阻山控野”。外郭自东南至西北共开有：麒麟、仙鹤、姚坊、高桥、沧波、双桥、夹岗、上方、凤台、大驯象、大安德、小安德、江东、佛宁、上元、观音等16门③。外郭除在各门及其附近地段的城墙用砖石砌筑外，其他地段均利用山埂培土夯成，人们称其为“土城头”。

3. 南京城的军事筑城特点

南京城池是一座依山凭水，独具军事形胜，易守难攻的坚城，具有多层次、大纵深城防体系的特点。

外郭建成后，其四面都有天然屏障。东面有海拔448米的钟山为制高点，山南坡陡，易守难攻，山北坡缓，便于守军机动。南面有雨花台（又名石子岗），有三座高达五六十米的山冈连绵相续，构成天然屏障。雨花台西南，板桥镇之西的三山矶，三峰南北相接，突出长江东岸，扼据江边险要。西面和北面以长江为天堑：西面的清凉山（又名石头山）形似虎踞，由大小十余座40多米高的山丘构成，西坡是悬崖峭壁，势若天筑城墙，墙下为滔滔长江，具有“因山为城，因江为池”的特点④；其南控扼秦淮河的入江之口，形势极为险要，西北面的幕府山海拔270米，控镇江岸，濒临长江，形成峭壁悬崖，插翅难飞。由此可见，南京城的外郭，实际上是由天险环抱的第一道坚固防线。正因为如此，当时明廷在“京城内外置大小二场，分教四十八卫卒”，屯兵207 800多人⑤。同时，南京城的大面积腹地，有利于发展一定数量的农业、手工业和商业，便于战时的军需供给[19]。

依山凭水而筑的京城，实际上是南京城的第二道坚固防线。依山之处，守城士兵可利用“岗垄之脊”居高临下的有利地形，俯击攻城之敌，并能伺机反击；凭水之地，可隔阻进攻之敌。其坚固的城门则是抗敌的阵地。城门上建有高大的城楼，供指挥员瞭望敌情和指挥作战。每座城门都建有木门和千斤闸门一道，城门内外侧建有罗城或瓮城，少则一道，如神策门；多者三道，如聚宝、通济、三山等门。这些城门与瓮城构成了战时的坚固防御阵地。建筑雄伟，迄今尚保存较

① 《明会典》卷一八七《工部七·京城》，《明会典》，第944页。

② 《明会典》卷一八七《工部七·京城》，《明会典》，第944页记载为“外城周围一百八十里”，与实测相近。

③ 《明会典》卷一八七《工部七·京城》，《明会典》，第944页。

④ 自元明以来，由于江流西迁，有些地方已淤为陆地，故今日之石头山离江边已相当远，不具有当年的特色。

⑤ 《明史》卷八九《兵一》，《明史》八，第2176页。



完整的聚宝门（今中华门），东西宽128米，南北深129米，主城和瓮城墙高21.45米（含女墙），占地165.12平方米。城高21.5米，门南有128米宽的外秦淮河为天然护城河，门内以28米宽的内秦淮河为内堑。城门之外与护城河之内，建有三道瓮城、四通城门、两条登城礓礤（jiāng chá，古代登城的墁坡，作台阶用）与一条坡道（两者共宽11米）。瓮城内或城墙内侧筑有藏兵洞，通常以砖石券拱，有5～10米的防护层，里端封闭，洞口设置两扇对开的铁包木门。聚宝门的第一道主墙内侧筑有2排13个藏兵洞；内瓮城两侧兵马道下各筑7个藏兵洞，共有27个，可屯兵数千人，平时供士兵休息，战时士兵便从兵马道迅速登上城门，打击前来攻城的敌军。每道瓮城门之上也建有城楼，第一道瓮城门长达75米。因此，这种城门建筑群，实际上是一个依托坚城而建的多种永备工事结合体，战时可以聚集兵力，构成坚固的防御阵地。此外，从城门向两侧延伸，每隔150米左右，构筑一座宽10～15米的敌台，成为城墙上仅次于城门的防御重点。

皇城和宫城基本上处于外郭的中心，如果就江河湖山与军事筑城而言，它们处于三道坚固防御阵地之纵深，远离外郭二三十里，是最受保护的核心。

4. 南京城在军事筑城技术上的成就

南京城是中国古代规模最大，技术最先进，构筑最坚固的大型军事筑城，是明初最高明的匠师，最熟练的工匠，以及广大劳动人民在20多年中所创伟绩的结晶，也是中华民族在军事筑城学和建筑学领域中所获成就的光辉标志。其杰出之处主要体现在下列几个方面：

其一，充分利用天然的和历史上形成的地形地物，作为筑城的基础，不但独具军事形胜，而且节省工料。如利用马鞍山、四望山、卢龙山的“岗垄之脊”而构筑的城墙，在墙外之敌，但见其矗立于崖壁之上，高耸入云，平步难攻，而城内守军，却可凭借平缓的护坡上下往来，进行机动作战。又如建于清凉门（石头城附近）左右侧的城墙，则因三国时东吴所建石头城的旧址而筑，也同样是军事形胜。

其二，建筑深厚牢固的墙基，使新筑的城墙坚实耐久。如三山门至石城门段的墙基，都用大条石砌成，深入地下5米多尚不见底层的基石①。覆舟山至解放门段城基，深挖至12米，仍不见底层基石。

其三，采用压力转移的巧妙筑基技术，减轻城墙对地表的重压，避免城墙塌陷的危险。由于三山门至石城门段土质松软，设计者便采用增大城基底面积即分散力点的方法，以减小城墙对地表单位面积的压强。在其他一些土质松软的地段，还采用在两端建筑坚固的墩基，而后在墩基上支架多层大粗木排，把城墙对地表的压力，通过木排转移到墩基上。中华人民共和国成立后，曾在聚宝门、正阳门东侧和光华门东侧的城基下，发现过采用这种方式构筑城基的大量圆木。如果遇到地下埋设水管的地段，设计者就在上面建筑拱顶，使城墙的重压避开管道，通过拱顶转移至两端的墩基上。1980年，在覆舟山西侧挖掘防空巷道时，就发现了一座横于城墙之内，高4.5米、宽4米、长20米的拱顶及墩基建筑。经专家考察，

① 1970年，在修建防空洞时，曾将城基掘开，深至5米，仍不见底层基石。



认为它是为保护武庙闸通往后湖的涵管而设计建造的，其依据是在1971年2月，施工人员于武庙发电站的工地上，曾出土过两套铜水闸、107节铜制涵管，43节铁制涵管，管径95厘米，壁厚1.5厘米，管长104～107厘米。

其四，修建了排水和控水设施，使城内不受旱涝之患。城墙的排水设施在筑城时已一并设计：墙顶以砖砌面，外沿设滴水槽，使雨水从城顶流入城根略高于地面的石槽，通过窨井排入河流，聚宝门处至今尚可见到这种设施。控水设施主要是建于河水入城之处的水闸，水闸下接铜铁涵管或砖砌涵洞，启闭闸门便可控制流入城内的水位。中华人民共和国成立后，在朝阳门、太平门的内偏西之处，都发现过这种设施，在秦淮河入出之处的通济门和三山门，各建有三道闸门。为守御二门，还在城门内建有藏兵洞，仅通济门东关头就建有22个藏兵洞。

其五，选择优质材料，保证筑城质量。筑城所用的条石，大多采制于南京东部的汤山，一般长80～11.9厘米、宽70厘米、厚26～33厘米。城砖系用优质黏土经研细筛选后烧制，质地细密均匀，呈青灰色，每砖长40厘米、宽20厘米、厚10厘米。从已搜集到的样品及刻于其上的铭文可知，它们是由相当于今江苏、江西、安徽、湖北与湖南5省的28个府、118个县，工部下属的一些单位，以及飞雄、豹韬、横海3个卫，组织民工和士兵烧制的。砌城用的黏剂，是把江、浙二省所产的一种蓼草①，放水加温成黏液，再配以适量的石灰、细沙，搅拌成混合浆料而制成的。据考古部门取样试验，它的承压能力稍低于现在的水泥砂浆，而拉力和渗透力都要比水泥砂浆大，因此是一种韧性较大的黏合剂。有的黏合剂则用糯米汁、高粱汁和桐油、麻丝拌和而成[19]。

采用先进技术建筑的南京城郭，再配以充足的兵力兵器，确已形成一个据可守，进可攻的坚固城市防御体系，达到了古代都邑军事筑城技术的高峰。

二、中都临濠城的建筑技术

洪武二年（1369年）九月，朱元璋下诏营建中都临濠（今安徽凤阳临淮镇东）城，命有司建置城池宫阙，一律按京师标准进行设计建造。至洪武八年九月，因劳役太重而停工。洪武十一年正月，朱元璋下诏正式“改南京为京师”，临濠便成为南京的陪都。由于中都城是按京师的规格设计建造的，所以在军事筑城技术和建筑学上，也都有自己的特色。

中都城的城址选择在当年临濠府城西20里的一片小山的南坡上，由于因山顺势而建，因此具有“席山建殿”、“枕山筑城”的特点。全城由中都外城、禁垣皇城和大内宫城依次套筑而成，成为具有三重墙的大型城池。

按洪武五年正月确定的方案，中都外城呈正方形，周长27公里②，皇城居中，以中轴线作东西对称。在实际建筑过程中，又按朱元璋的旨意作了修改。建成后的中都城，南城墙建于独山涧北岸的斜坡上，建筑者巧妙地利用自然地形，因独山涧而为南城壕。西城墙外傍绵延的群山，是城墙的天然屏障。北城墙则建筑在

① 蓼草：多年生或一年生的草本植物，有多种，多开白色或浅红色花，放水加温后有较大的黏性。

② 据《明实录》记载，中都外城周45里。明初1里为180丈，相当于现在的1.2市里或华里。故45明里为今54市里或27千米。



海拔20米的山边沿上，其北面地势骤降，成为凹底，涨水时便形成一个东西长达10千米的方丘湖，可凭水阻敌。东城墙在建筑过程中，按设计方案东移31.5千米，将矗立于独山涧岸的独山包进了城内。西南城墙在建筑过程中，向西南突出了一角，将凤凰嘴和凤凰山包于其中。城墙一般高约13米，加上2米高的女墙，全墙总高约15米，顶宽约6.4米。四面城墙各开3门，共12门。外城建成后，将当地的凤凰山、日精山、月华山、独山、凤凰嘴山包于其中，万岁山又恰好在外城两条对角线的交叉点上，成为俯瞰全城的制高点，这个制高点又连同其他各山的制高点，成为据险守城的众多支撑点[20]。

皇城呈东西窄、南北长的长方形，城墙用砖石砌筑，实测周长为7 670米，高约6.6米，四面各开一门。皇城原设计为正方形，居中都外城中央。在建筑过程中将其西移，使其靠近西面的月华山与凤凰嘴山，反映了朱元璋凭险而守的思想。

宫城是最里面的一道城墙，是明中都的守备核心。呈东西窄、南北长的长方形。周长约3 915米，顶宽6.4米，四面各开一门。南、东、西三面都有护城河。三重城墙都建有女墙、垛口[20]。

洪武七年（1374年），明廷又在中都外城之外建筑一道土城，其作用类似外郭，周长约33.2千米。次年，开始用砖砌筑。后因罢建中都城，故外郭只砌筑了北左甲第门两侧和朝阳门两段便告中断。

中都城的材料制备，以及建筑技术与工艺都与南京城同格：伐全国名材大木作为栋梁；采大青石和花岗条石铺砌城基；用南京周围（包括今江苏、安徽）、江西、湖广（包括今湖南、湖北）等5省、21府、68县所烧制的名砖砌筑城墙，每砖长40厘米、宽20厘米、厚11厘米、重25千克；用糯米汁等高黏度、强拉力的材料作砌浆，所砌城墙十分坚固；筑城的工匠技术高超、工艺精细；整体设计合理，结构巧妙，布局严密，主体建筑气势恢宏，配套设施周全完备，各部结构精雕细刻，不仅具有军事上的实用价值，而且是建筑美学的结晶[20]。

中都城虽因耗费巨大、劳役太重，以及刘基等大臣的反对而中途作罢，也没有作京师启用，但它在军事筑城技术上所取得的成就，却可与南京城相媲美，是明初都邑筑城技术的一大奇葩。

三、平陆军事筑城技术之最——北京城

北京在元朝称大都，是元朝的政治、经济、文化和军事中心，形势雄伟，东近沧海，南控江淮，西有太行山脉之西山为屏，北以燕山山脉之军都山作障。洪武元年八月初二日，明将徐达率领明军自东面齐化门攻入大都，灭亡了元朝，将大都改为北平府。洪武三年四月，朱元璋封第四子朱棣为燕王，于洪武十三年进北平就藩。洪武三十一年五月，朱元璋病逝，因长子朱标早已夭折，故立长孙朱允炆为帝，改元建文。建文帝采取削藩措施以削夺诸藩王权力。朱棣以“清君侧”为名于北平起兵，发动“靖难之役”，至建文四年（1402年）攻下南京，夺取帝位，于次年改元永乐。永乐帝以北平势踞形胜，又是“龙兴之地”，有深厚的政治、军事基础，尤为重要的是为了控制北方，遂决定迁都北平。永乐元年（1403年）正月，升北平为北京，北京之名至此始。四年，朱棣下诏迁都北京。永乐五年（1407年）五月，开始营建北京都城、宫殿、庙坛。营建工程因中经周折，至

十五年才全面展开，十八年告成。十九年正月，以北京为京师，南京为陪都。十九年四月初八日，奉天、华盖、谨身三大殿遭雷击后焚毁，后又修复。明朝的两京之制一直延续到明末。

1. 北京城的规模和布局

永乐年间营建的北京城，由宫城外包皇城，皇城外包京城组成。

嘉靖三十二年（1533年），明廷又增筑外城，使北京城由宫城、皇城、京城（又称内城或大城）、外城等四重城组成（图2－7－2）。

宫城又称紫禁城，即今日之故宫。城墙高7.9米，周长3 248米，用砖砌筑，外围护城河，四隅建角楼。全城开6门：正南第一重为承天门（清改天安门，至今仍沿用），第二重为端门，第三重为午门；东为东华门；西为西华门；北为玄武门（清改神武门）。城内建有巍峨壮丽、气势雄伟的宫殿。

皇城在紫禁城的外面，周长9千米，四面共开6门：正南为大明门（清改大清门），左为长安左门，右为长安右门；东为东安门；西为西安门；北为北安门（清改地安门）。

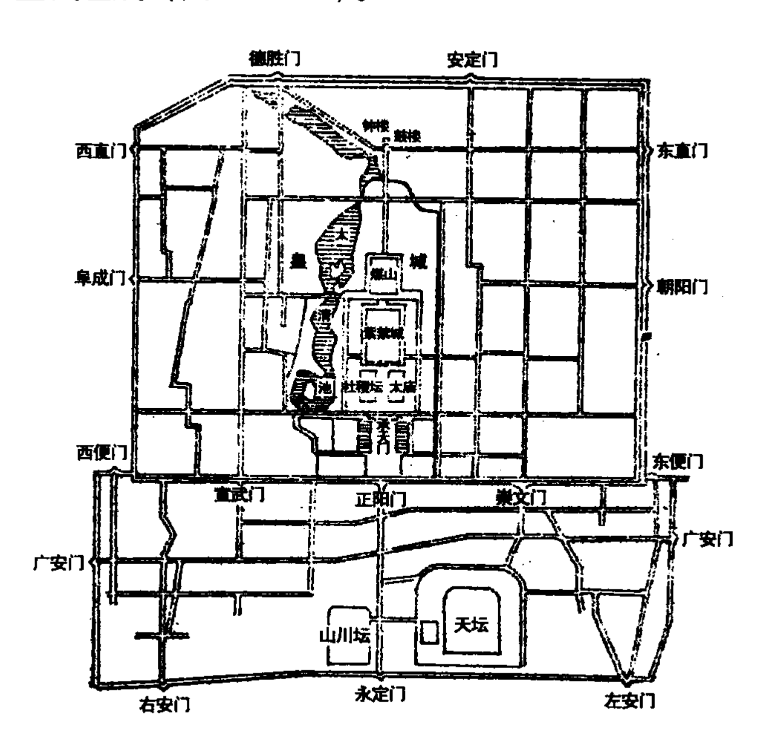


图2－7－2　北京顺天府城平面示意图
（采自《中国古代都城概况》）

京城（又称内城）在皇城的外面，周长约25千米，城墙高13米，全部用砖包砌。四面共开9门：东为东直门，朝阳门；南为崇文门，正阳门，宣武门；西为阜成门，西直门；北为德胜门，安定门①。正统四年（1439年），对九门进行重修，各门外立牌坊，四隅设角楼，疏浚城外壕堑，砌以砖石，并改九门木桥为石桥。正阳、崇文、宣武等门，各设三道水关，均安铁栅。

外城于内城之南面而筑，转抱东西角楼，建于嘉靖二十三年（1533年）。原设计方案是将京城全部包围其中，后因财力不敷，只建了环抱南郊的外城，全长14千米②，自东北至西北依次开有7门：东便门，广渠门，左安门，永定门，右安门，广宁门（清改广安门），西便门，同时建成各门城楼并于嘉靖四十二年（1563

① 永乐中定九门之名为：南曰丽正、文明、顺成；东曰齐化、东直；西曰平直、西直；北曰安定、德胜。正统初更名丽正为正阳，文明为崇文，顺成为宣武，齐化为朝阳，平直为阜成，余四门仍旧。见《明会典》卷一八七《工部七·京城》，《明会典》，第944页。

② 外城全长二十八里。嘉靖时定七门之名为：南曰永定、左安、右安；东曰广渠、东便；西曰广宁、西便。见《明会典》卷一八七《工部七·京城》，《明会典》，第944页。



年）增筑瓮城，绕外城挖了护城河。外城建成后，使北京全城的平面外圈呈“凸”字形，并有一条中轴线纵贯南北，外城南面正中的永定门与皇城后门之北的钟鼓楼，则是这条中轴线的两个端点，外城内的所有建筑物都对称布列于中轴线的两旁，形成完整而和谐的巨大建筑群。

2. 北京城的军事筑城特点

同南京因山顺势的筑城方式不同，北京属于平陆筑城，其宫城、皇城、京城和外城等四重城墙的建筑方式不完全相同，其主要特点都集中于京城的建筑上。京城周长约25千米，东西长6 650米，南北长5 350米，是北京城的主体防御工程，由城墙、城门、敌台、角楼、水关与护城河组成，具有明显的军事筑城特点①。

京城墙高13米，底墙壁厚约19.5米，顶收壁厚约16米，城顶内侧筑有女墙，外侧筑有雉堞。雉堞高约1.9米，厚约0.4米，两垛口中心线间的距离约3米。城垛中部有一个0.4平方米的射孔，每隔一垛开1个，全城共筑有11 038垛，守城士兵通过垛口可向城下射箭或击砸滚木檑石。雉堞后面为15米宽的平坦走道，可并行数列骑兵。

京城又称内城，建成之初开有九门，正统四年（1439年）重修后，于城门上修建二三重檐的城楼。城门基面宽约6～9米。其中南面的正门即正阳门（又称前门）是北京最重要、最宏大的城门。外城建成后，正阳门又是通往外城的大门②。正阳门由城楼、瓮城、箭楼组成。城楼建于永乐十九年（1421年），以后屡遭焚毁，光绪二十七年（1901年）修复。1977年又对城楼进行全面维修。城楼面阔7间，齐城平台宽50米，进深24米，通高42米，重檐三滴水歇山顶，上铺灰筒瓦。上层前后檐装修均为菱花格隔扇门窗。瓮城巨大，呈弧形，宽108米，深85米，四面各辟一门，1915年被拆毁。箭楼建成于正统四年，后屡遭火焚，又屡次修复。箭楼坐落于瓮城正中墙垣之上，城台高约12米，墙体有收分，中辟拱券式门洞，五伏五券。门前建有千斤闸。箭楼重檐歇山顶，上铺灰瓦筒，南侧面阔9间，北出抱厦7间，抱厦下设三门，东南西三面设四层箭孔，正南52孔，东西两侧各21孔，共94孔。箭楼通高38米，宽52米，进深32米，是北京城最高的一座箭楼（照片17）。

除正阳门外，内城的其余八门及外城的七门，也都由城楼、瓮城、箭楼组成。箭楼各面所开的箭孔，既可从三面观察敌情，又能以270°的射角发射箭矢与枪弹，射击较远距离的攻城敌军，具有较强的防御能力，构成守备北京的众多坚固防御阵地。

敌台与角楼建于京城每面城墙的外侧，从城门向左右两侧延伸，每隔60～100米建筑一座，向城墙外侧突出，四周共有172座。敌台的横截面一般为16平方米，其后筑有一所三开方门的营舍，供士兵休息。全城按城墙分段建筑9个掩蔽库、90

① 据《明会典》卷一八七《工部七·京城》记载：城南一面长一千二百九十五丈九尺三寸，北二千二百三十二丈四尺五寸，东一千七百八十六丈九尺三寸，西一千五百六十四丈五尺二寸，高三丈五尺五寸，垛口五尺八寸，基厚六丈二尺，顶收五丈。见《明会典》，第944页。

② 见[7]，第179～180页。



个火药库和135个储备库，作储藏兵器之用。以敌台为中心的城上建筑，是战时守备的重点。角楼是城墙拐角处的敌台，台的外墙面宽20米，高30米，可从左右两个方向侧击攻城之敌。

护城河建于城墙四周外侧50米处，约30米宽、5米深。河水引自玉泉山，经高梁河桥至城西北分两支。一支由城西而东；一支由南折而东，两者合而成为护城河。前者从德胜门入内城，注后海，经什刹海入太液池①，供城内用水。护城河从正阳、崇文、宣武、东便、西便等各门入城时，都设置了水关和铁栅。水关和铁栅既能保证城内外水流相同，又可防止敌军乘水门之隙而攻入城内。

3. 北京城在军事筑城技术上的成就

北京城在设计和建筑过程中，在军事筑城技术上取得了不少成就，主要有下述几个方面：

首先，由懂得古代运筹学和营造学的官员主持北京城的营建工程。据《明史·吴中传》记载，北京城的营建工程系由工部尚书吴中主持。吴中，字思正，武城人。洪武末为营州后屯卫经历，朱棣取大宁时，迎降。以转饷、捍御功累迁至右都御史。永乐五年（1407年），改任工部尚书，不久即主持北京城的营建工程。他与工程技术人员蔡信等人，不仅对紫禁城内的宫殿等工程项目作了周密的计划，而且对挖掘护城河与西太液池的土方作了科学的堆放方案，即将这些土运至御园（又称北果园），堆积成高52米的土山，也就是现在人们所看到的景山公园中的景山（又称万岁山），既解决了庞大土方的堆放问题，节省了运土的人力与财力，又使景山成为北京城建筑群的有机组成部分，给紫禁城平添了“背山面水”的特色。

其次，选用上好的建筑材料。北京城墙的内外壁，都用南直隶的苏州、松江等七府及山东临青等地烧制的优质城砖交错垒砌，砖长49厘米、宽14厘米、厚13厘米。砖缝系用白石灰浆与糯米汁掺和浇灌、填平，防止雨水渗漏，至为坚固。墙壁内用黄土填充，逐层夯实。墙顶用三合土灰浆灌实抹平，而后再铺城顶方砖，砖缝用灰浆抹平，防止漏水。筑城所用的石料甚多，有垒砌城基所用的大条石、柱础石等。石材大多取自北京附近的采石场：有顺义县牛栏山与门头沟马鞍山的青砂石，白虎涧等处的豆渣石，房山县大石窝与门头沟的青白石，曲阳县的花岗石等。筑城所用的各种优质木材，则采伐于四川、江西、浙江、湖广、山西等地。为了把筑城所用的石料与木材运至北京，工程主持者还事先疏浚通向北京的河道，让它们通过水路漕运至北京。

其三，采用预制加工法。为了加快施工速度，以及不影响现场土木工程的进度，对筑城与营造宫殿等建筑材料，按使用规格的要求，先在专业作坊中制成预制件，而后运至施工现场，供工匠使用。据《日下旧闻考》记载，明初的工部，分别在崇文门外、广渠门外、朝阳门外，及神木厂、皇木场、大木厂、大木仓等地，存放筑城用的各种优良木材。在神木厂附近（今崇文门内）设置台基厂，预制筑城用的木构件。在陶然亭和窑台一带设置黑窑厂，烧制筑城用的青瓦。在正阳门与宣武门之间的南郊设置琉璃厂，烧制筑城用的琉璃瓦。在宣武门外西侧设

① 明代的太液池包括北海、中海和南海。



置草厂（今草厂胡同一带），存放烧窑用的大量柴草。在御园以西设置大石作与小石作，加工从各采石场运来的石料。这些做法可以看作是建筑构件预制工厂化的先声。

其四，设计科学的排水系统。北京城的设计者对水系涵洞、雨水干沟工程也作了科学的设计。他们在城墙根脚与排水暗沟的结合部，用整齐的条石砌出沟帮与沟盖，使积水顺畅流出。紫禁城内的排水系统布局工整，坡降科学而精确，使上万米的排水管道，在通过重重院落和墙基后，能够达到雨后无积水的效果，堪称军事筑城史上的一大奇迹。

由于北京是平陆筑城，所以不如南京城那样因山顺势，凭险坚守。北京的主要防御部署都在京外四周数十里处，因此朱棣采取增加北京四周卫所驻军的方式，以拱卫北京。

四、对唐都长安城的改建

唐都长安在明初为西安府的府治所在。明太祖朱元璋于洪武三年（1370 年）四月封其次子朱樉为秦王，设王府于西安，并在五代初匡国节度使韩建所筑的长安城的基础上向外扩展和延伸，形成了明代的西安城。迄今为止，西安城墙是我国保存规模较大而又较为完整的一处明代军事筑城。

明代长安城改建于洪武七年至十一年。隆庆四年（1570 年），明廷又在城墙上加砖包砌，其基本外貌一直保存到现在。城墙周长 11.9 千米，平面呈长方形，南墙长 3.44 千米，北墙长 3.24 千米，东墙长 2.59 千米，西墙长 2.63 千米，城墙高 12 米，顶宽 12～14 米，底宽 15～18 米。墙顶外侧有垛口，供守城士兵发射枪炮弹和向下击砸滚木檑石之用。内侧有宇墙，以防士卒下跌。四面城墙各开一门；东有长乐门，南有永宁门，西有安定门，北有安远门。各门门楼有闸楼、箭楼、正楼三层。城墙四隅都建有角台四座，台上都建有角楼。城墙四周顶上每隔 120 米建敌台一座，共建敌台 98 座，台上都建有敌楼；同时还建筑了 5 984 个垛口，城外有城壕，构成了严密的防御体系[21]。据《中国历史名都·关中名都——西安》称，明隆庆二年，陕西巡抚张秘使人在城垣上包砌一层砖。明末，陕西巡抚孙传庭又在西门外加筑规模不等的关城，以加强守备。

城门是守备的重点，设施完备。门上建有多重檐的城楼。门外建有瓮城，瓮城设有闸门、闸楼和箭楼（闸楼和箭楼在清末已拆除）。城楼、箭楼、闸楼上驻有守城官兵，贮存一定量的兵器。今西安古城尚保留有明西安城西门城楼。

敌台又称马面或墩台，台上凸出城墙外 12 米，平面为正方形，每边长 20 米，高与城墙相等。台顶也筑有垛口。相邻敌台间的距离约 120 米，两台之间向攻城者发射枪炮弹时，可形成交叉火力。既能使用弓箭射敌，又能形成交射点，敌军会因此而遭受重大伤亡[21]。

角台和角楼位于两面城墙的交点，可监视两面城墙外的敌军行动。由于角台和角楼比敌台和敌楼高大，其守备效果更佳。城外还修筑了护城壕。由于西安城是明代控制西北和西南的战略要地，所以明初在改建时，在城垣的建筑，城墙、城门、角台、角楼的布局上都比较科学合理。



五、都邑军事筑城技术的创新

16世纪的欧洲，由于火绳枪炮的发展与市民阶级对贵族城堡攻击方式的变化，迫使城堡的建筑也随之改变，圆柱形塔楼与三角形凸面或凹面棱柱形城堡的建筑，逐渐发展起来。随着传教士的东来，欧洲棱柱形城堡的建筑技术也传入中国，被以徐光启为代表的中国军事技术家们所吸收，成为明末军事筑城技术改革的借鉴。万历四十七年（1619年）三四月间，明军于辽东萨尔浒（今辽宁抚顺东）被后金军战败后，徐光启即奏请朝廷设险守国，在都城四面建立12座敌台①。光禄寺少卿李之藻全力支持徐光启的建议。兵部尚书崔景荣也在天启元年（1621年）五月初一的奏折中称："少詹事徐光启疏请建立敌台，其法亦自西洋传来。一台之设，可当数万之兵"②，有力地支持了徐光启的建议。五月初四日，万历帝即下旨："着工部速议奏"③。徐光启又于六月上疏，"将敌台图样、规制、长阔尺寸、应用砖石，周城共几台"等事项，一并转报工部④。

徐光启设计的是圆柱形附城敌台，半圆形台面凸向城外，内侧与城内相通，台体中空，分三层，三面开有射孔，中间立柱发券。墙高4丈、厚1丈、外径15丈、内径13丈。台基深3丈、直径20余丈，内填卵石，分层夯筑，用砖石砌筑外壁，以黏浆灌缝。平台下筑有石井，供官兵饮水用。敌台底层用大块坚致的石料砌筑，安置大型火炮。中层安置中型火炮。上层砌望楼，高3丈、厚1丈、外径14丈、内径8.1丈。背后作门。中置磴道。上设四窗，内大外小，略如镜眼。望楼中有4名士兵轮流瞭望敌情⑤。此外，还对附城敌台内外的各种建筑物，提出了详细的建筑要求。充分反映了徐光启等人，在吸取欧洲圆柱形与棱柱形城堡的建筑技术后，关于新建敌台的设计思想和建筑技术的要求。徐光启的建议虽然在天启元年（1621年）被允准实行，但是由于一些大臣的议阻和财力、物力的匮乏，不久便告中止。崇祯三年（1630年），徐光启又提出在京城内外十三门改建旧城敌台，建造空心三层锐角敌台（即三角形棱堡）之事，结果一再拖延，没有实现。

徐光启的规划虽未实现，但其设计思想却被以孙承宗为代表的坚守辽东的将领们所借鉴。其中宁前兵备佥事袁崇焕改筑的宁远城，比较明显地反映了徐光启的设计思想。宁远城改建于天启三至四年（1623—1624年）⑥，略呈正方形，东西长803.7米，南北长826.5米，城墙通高10.1米，底墙壁厚6.8米，顶部墙壁厚4.2～4.5米。墙根以条石为基，基上内外两壁用青砖包砌，墙内用土夯筑。墙顶外侧有高1.9米的女墙，垛口高1.4米、宽0.33米，其下面有吐水孔及排水沟。墙顶内侧有宇墙，高1.2米。城墙四面各开一门，门内有宽2.2米的登城兵马道，门上建有两重城楼。门外各建一座瓮城，偏开一门，城外周围有部分护城河。城

① 《徐光启集》上册，《辽左阽危已甚疏》，第106～115页。

② 明·崔景荣等题：《为制胜务须西铳敬述购募始末疏》，见《徐光启集》上册，第181～183页。

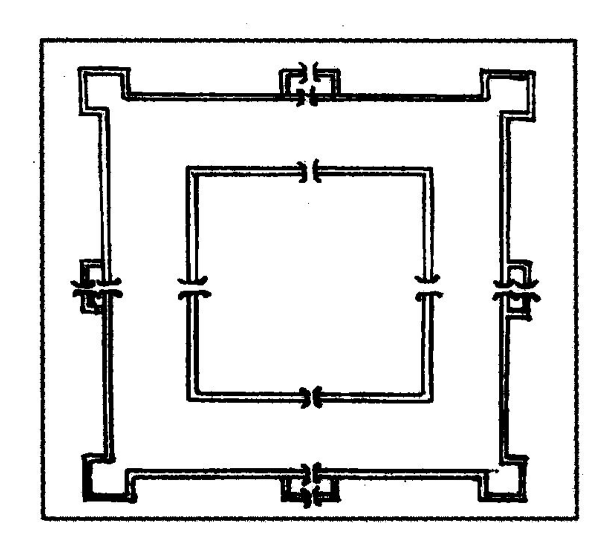
③ 明·崔景荣等题：《为制胜务须西铳敬述购募始末疏》，见《徐光启集》上册，第181～183页。

④ 《徐光启集》上册，《移工部揭帖》，第193～202页

⑤ 《徐光启集》上册，《移工部揭帖》，第193～202页。

⑥ 《明史》卷二五九《袁崇焕传》记载：天启三年九月初，"承宗命祖大寿筑宁远城，大寿度中朝不能远守，筑仅十一，且疏薄不中程。崇焕乃定制……明年迄工，遂为关外重镇。"见《明史》二二，第6708页。

墙四角各建有城台，台底长 32 米、上部平面长 20 米、宽 13.6 米，左右两侧分别外突 9～15 米，其上可安红夷炮、佛郎机炮等各型火绳枪炮。作战时，枪炮既可从台上向外直射攻城之敌，又可从左右突出之处侧射攀墙之敌，其射界可达 270 度，大大减小了射击死角（图 2-7-3）①。天启六年正月，袁崇焕正是依托这种改建了的宁远（今辽宁兴城）城防，用安于其上的红夷炮、佛郎机炮等，打退了努尔哈赤所部的进攻，取得了宁远保卫战的胜利。



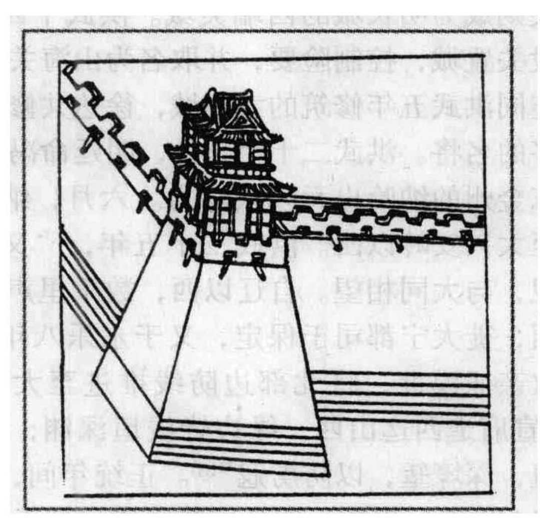


图 2-7-3　宁远城平面及角楼
（采自《中国科学技术史·军事技术卷》）

明代万历至崇祯年间，辽东镇境内所建筑的大中小各型城池，如辽阳镇等大型镇城，海州卫（今鞍山南部）等中型卫级城，松山中左平户所（今锦州南 9 千米）等小型所级城，有的已按宁远城形式改建②。由此可见，徐光启所引进的棱堡式城池的建筑技术，在辽东镇的守备区内，已经得到了普遍推广。

第二节　长城的改建及其防御体系的建立

万里长城是最雄伟的边防工程，也是中华民族内中原农耕族与北方游牧族间战争的产物。自秦代建成后，历代对它的修建与改建，也都与当时的军事斗争有着密切的关系，在明代的 276 年中，先有蒙古势力的袭扰，后有女真族的挑战。针对这种形势，明廷实行"以墙挡骑"、"以险制塞"的策略，大力修建和改建长城。

一、明廷对长城的修建和改建

据明代有关文献记载的不完全统计，明代对长城先后进行了 18 次不同规模的修建和改建，大致可分为前中后三个时期。

1. 明前期（1368—1449 年）对长城的修建

元至正二十八年（1368 年）正月，朱元璋在应天（今南京）称帝，建立明

① 见[7]，第 243～244 页。又见[26]，第 58 页。
② 见[26]，第 48～154 页。



朝，改当年为洪武元年。是年八月，大将军徐达率领明军攻克元大都（今北京），灭亡了元朝，并改大都为北平。洪武二年（1369年），朱元璋命徐达率部修居庸关段长城，并垒石筑关。洪武五年，徐达又奉命修筑大同城。其目的都是为了防备元残余势力的卷土重来，同时也开了明朝修建长城之先河。洪武五年，明廷命大将军冯胜统兵150 000，分三路进攻漠北，在西路打通了河西走廊，建立了甘州、庄浪等卫，并率部在肃州（今甘肃酒泉）西70多里修筑了嘉峪关段长城，而嘉峪关则成为明长城的西端关城。洪武十四年，明廷又命大将军徐达，在元朝迁民镇设关置城，控制险要，并取名为山海关。与此同时，还修建了永平、界岭等32关。连同洪武五年修筑的大同城，徐达共修筑了33座重要的关城，是明代修筑关城最多的名将。洪武二十年正月，明廷命冯胜为大将军，率200 000明军出征盘踞在辽东金州的纳哈出元残余势力。六月，纳哈出归降明廷，明朝在东北的边界已推进至大兴安岭以西。洪武二十五年，“又筑东胜城，于河洲东受降城之东，设十六卫，与大同相望。自辽以西，数千里声势联络”①。朱棣即位后，迁宁王朱权于江西，徙大宁都司于保定，又于永乐八年至二十二年（1410—1424年）间，先后5次亲征漠北，将北部边防线推进至大兴安岭、阴山、贺兰山以西以北一带。使“宣府迤西迄山西，缘边皆浚垣深渊，烽堠相接”②，“凡关外险要之地，皆筑石垣，深壕堑，以防虏寇”③。正统年间，仍修筑了一些堡台烟墩。直到正统十四年（1449年）以前，明廷国势强盛，处于兴旺发达的上升时期，故其修建长城的目的在于防患于未然。总结这一时期明廷对长城的修建，主要是在北魏、北齐、隋长城的基础上，增建烟墩、烽堠、戍堡、壕堑，并将一些地段的土垣改成石墙。修建的重点则是在北京西北至大同的外边长城，以及居庸关至山海关的沿边关隘。

2. 明中期（1450—1566年）对长城的扩建

明英宗正统十四年（1449年），蒙古瓦剌族首领也先率领部众攻破长城，在土木堡（今河北怀来东）大败明军，英宗被俘，随行大臣英国公张辅、兵部尚书邝埜、户部尚书王佐等50多位大臣死难，史称“土木堡之变”。之后，蒙古各部多次南下袭扰，明朝北部的边患日益严重。针对这种形势，明廷便大规模修建和改建长城，各镇都有不同程度的修建和改建工程。

辽东镇的主要工程是：修筑辽西边墙、辽河套边墙、辽东边墙。其中辽西边墙（又称河西段长城）起筑于正统二年，定远前卫指挥佥事毕恭任职之时④。正统七年，王翱提督辽东军务，在位十年，巡视边防，建筑了“自山海关直抵开原，高墙垣，深沟堑，五里为堡，十里为屯，烽燧斥堠，珠连壁贯”⑤。辽河套边墙自毕恭守辽时起筑。正德初（1506年），李承勋巡抚辽东，提请修筑边墙，自辽阳三岔河北，直接开原，延亘五百余里，筑城“辽河套边墙”。辽东边墙系辽东副总兵

---

① 《明史》卷九十一《兵三·边防》，见《明史》八，第2235～2236页。

② 《明史》卷九十一《兵三·边防》，见《明史》八，第2235～2236页。

③ 《明史》卷九十一《兵三·边防》，见《明史》八，第2235～2236页。

④ 明·孔方炤《全辽边略记》卷十李善六年二月《奏复辽东边事疏》称：“臣见辽东边墙，正统二年毕恭始立。”

⑤ 《皇明从信录》卷十八。其间毕恭在修建河西段长城中起了设计和辅助作用。



于成化五年①（1469 年，另一说为三年）修建，主要建筑了东州（今辽宁抚顺东南）至草河（今辽宁本溪东南）等十堡；又据《辽东志》卷六《人物·周俊传》记载，当年周俊在开原接替韩斌职务，修建了抚顺北关镇北关（今辽宁昌图东）一段长城，从而形成了从镇北关至鸭绿江的千里长城，即通常所说的河东段长城。

蓟镇的主要工程是：在喜峰口至一片石，古北口、黄花镇至居庸关段长城，补砌山口水道，修筑一些墙垣。

宣府、大同镇的主要工程是：增筑墩台和新筑一部分城墙。成化二十一年，余子俊以户部尚书兼左副都御史，总督宣府大同军务时，在东起四海治（今北京延庆东），西抵黄河的 650 余千米的长城之间，增筑墩台 440 所②。嘉靖二十一年至二十九年（1542—1560 年），翟鹏③、詹荣、翁万达④先后总督宣府大同军务，修筑边墙千余里，城墙上增筑墙台、敌台，台上置铺屋，靠近主墙处筑堡，城垣下开暗门，便于士兵出人，长城结构开始出现新的变化，更有利于守备。期间右都督兼大同镇总兵官周尚文也承担了上述任务中的一部分⑤。

山西镇的主要工程是：在偏头关一带增筑多重（即多边）长城，以卫京畿。大边在关北 60 千米，东接大同镇平虏卫崖头墩，西抵黄河。二边在关北 30 千米，东接平虏卫北草坪。三边在关东北 15 千米，东起老营石庙儿（今偏关县东北老营乡），西抵白道坡石梯墩。四边在关南 1 千米，东起长林鹰窝山崖，西抵偏关教军场。嘉靖年间，又在紫荆关以南沿太行山而下修筑内长城，使山西与河北交界处的内三关长城得以完备。

延绥镇的主要工程是：成化七年至十年（1474 年），巡抚延绥都御史余子俊对边墙的大规模修筑。该段长城东起清水营（今陕西府谷北），西至花马池（今宁夏盐池），全长 885 千米，分南北两道长城，筑有城堡 11 座、边墩 15 处、小墩 78 处，崖砦 819 处⑥。嘉靖年间，总制杨一清、刘天和等又对其进行改造。南道长城自定边营向南经石涝池、新兴诸堡绕了一个弧形，至龙州城与旧墙相接，并依托白子山，以防敌人入犯环（县）、庆（阳）的通道。

宁夏镇的主要工程是：修筑宁夏河东长城。成化十年，巡抚宁夏都御史徐廷璋等督造宁夏河东长城⑦，东起花马池（今宁夏盐池），西至黄沙嘴（今宁夏灵武

---

① 见［26］，第 38～47 页。

② 《明史》卷一七八《余子俊传》称："东起四海治，西抵黄河，延袤千三百余里……增筑四百四十墩台。"见《明史》十六，第 423 页。

③ 《明史》卷二〇四《翟鹏传》记载："鹏乃浚壕筑垣，修边墙三百九十余里，增新墩二百九十二，护墩堡一十四。"见《明史》十八，第 5382 页。

④ 《明史》卷一九八《翁万达传》有多处记载。表明他是该段边墙修筑的主持人。见《明史》十七，第 5245～5252 页。

⑤ 《明史》卷二一一《周尚文传》记载：尚文镇大同时，主持修筑"阳和以西至阳和丫角山凡四百余里，敌台千余"。见《明史》十八，第 5582～5523 页。

⑥ 《明史》卷一七八《余子俊传》称："东起清水营，西抵花马池，延袤千七百七十里，凿崖、筑墙、掘堑其下，连比不绝，每二三里置敌台崖砦……凡筑城堡十一，边墩十五，小墩七十八，岩砦八百十九。"见《明史》十六，第 4737 页。

⑦ 《明史》卷一九八《杨一清传》记载："成化初，宁夏巡抚徐廷璋筑边墙，绵亘二百余里。"见《明史》十九，第 5656～5657 页。



县横城子村）西北，西临黄河。成化十二年，贾俊任宁夏巡抚督御史后，用了8年时间，修建了贺兰山双山南口（今宁夏青铜峡市西北岔口）至广武营（今青铜峡市广武乡），永安墩（今宁夏中卫县西南）至西沙嘴（今中卫县柔远堡村）的宁夏西南边墙。又在宁夏陶乐县东岸建河东“十八墩边墙”，北起镇远关（今宁夏石嘴山东北）所对黄河东岸，南接横城堡“河东墙”。嘉靖年间，宁夏镇边墙又经改建，使东起花马池，西北经横城堡，沿黄河东岸向北至石嘴山越过黄河，经镇远关绕一个大弧形，再沿贺兰山东坡南下，至枣园堡折而西，经宁夏中卫止于黄河北岸的长城连缀成一体。

固原镇的主要工程是：弘治十五年（1502年），总制陕西、固原等处军务尚书秦纮[①]对固原边墙的修筑，其中自徐斌水（今宁夏同心西）向西至靖虏营（今甘肃靖远）花兜岔（今靖远东北）300余千米，向东至饶阳（今甘肃环县北）150千米，并筑诸边城堡关窨14 000余处，铲山崖1 500千米。嘉靖年间，又将靖虏卫西南沿黄河东南岸修筑的墩台加筑长城，穿过甘州，并顺洮河东岸向南延伸至今岷县境内，称“黄河一条边墙”和“洮州十关”。

甘肃镇的主要工程是：对河西走廊段长城的修筑并连成一体。嘉靖十六年至二十七年（1537—1548年），先后修建了：镇番卫（今甘肃民勤）临河墩至永昌卫城（今甘肃永昌县）土垣、壕堑百余里；嘉峪关墙一道，南至讨来河（今北大河）十五里，北至石关儿（今嘉峪关黑山湖水库东北）十五里；东起五坝堡（今甘肃高台东）沙岗墩，西至九坝堡（今高台西北），直至黑河北岸段；东起玉泉口丰城铺（今山丹丰城堡），西达大口子东乐驿（今山丹县西东乐镇）段；东接东乐驿，西至甘肃镇城（今甘肃张掖市）西北板桥堡（今临泽县板桥镇）；右佥都御史杨博巡抚甘肃时，又修筑了州肃（今甘肃酒泉）榆树泉及甘州（今甘肃张掖）平川境外大芦泉诸处墩台，凿龙首诸渠[②]。至此，河西走廊段长城终于连成一体了。

从上述情况看，明中期修建和改建长城的重点主要是在华北和西北的山西、陕西、宁夏、甘肃境内。经过这一时期的修筑，基本上建成了东起鸭绿江，西达嘉峪关，全长约6 350千米的万里长城，形成了以长城为依托，分九段驻军镇守的“九边”防御体系。其中从嘉峪关至山海关的长城，由于建筑坚固，工程质量较高，至今仍大部分保存较好，这就是现在人们所看到的万里长城。

3. 明后期（1567—1620年）对长城的重建和改线

明朝在隆庆至万历年间，由于大学士高拱与礼部尚书张居正辅政，大力加强“九镇”军备，实行正确政策，与蒙古俺答部议和，封俺答为顺义王，在长城若干关口设立贸易点，使长城从宣府、大同到甘肃一线，保持了几十年相对和平的安定局面。然而，此时东北的女真族又迅速崛起，向明廷挑战。于是明廷针对当时长城沿线各镇面临的不同军事形势，又采取相应的筑城对策。

---

① 《明史》卷一七八《秦纮传》记载：“纮策修筑诸边城堡一万四千余所，垣堑六千四百余里。”见《明史》十六，第4744～4745页。

② 《明史》卷二一四《杨博传》记载：杨博于嘉靖“二十五年超拜右佥都御史，巡抚甘肃，大兴屯利……又以暇修筑肃州榆树泉及甘州平川境外大芦泉诸处墩台，凿龙首诸渠”。见《明史》十九，第5656～5657页。



辽东镇的主要工程是：增筑防御女真人的设施。万历二年（1574年），辽东镇总兵李成梁和巡按张学斌开拓边地，建筑宽甸、弧山等六堡①，随后又重修自锦州东经三岔河（今辽宁海城西北60里），西至辽阳的辽东边墙，墙体用砖石砌筑，上建空心敌台。万历三十七年，兵部右侍郎熊廷弼再次主持修缮李成梁等废弃的辽东边墙。据熊廷弼在万历三十七年六月十三日《修完沿边城堡台墙疏》中说：全部工程"通计挑筑过壕墙六百八十五里，包砌过墩台九十九座，清河……熊岳堡七座，修补碱场……威宁营城堡墙五座，遂使东路城堡雉堞连云，一旦缓急，皆可为屯守"②，从而加强了对后金军的防御。

明后期对山海关至嘉峪关段长城的修建工程，主要是在长城墙体上大量建筑骑墙的空心敌台，用砖台砌筑，加强长城的整体防御能力，并在一些地段上进行改线或重建。其规模则因地制宜。

蓟镇的主要工程是：改建墙体、创建空心敌台。隆庆二年（1568年），戚继光到蓟镇主持练兵事宜后，即与谭纶勘察地形，选择险要创建空心敌台。至万历三年，已建成空心敌台1 337座（一说1 489座），分布于东起山海关西至灰口岭的600千米长城沿线上。（详见本章第三节"敌台与烽火台"）采用特殊方式，增筑了山海关石墙至南海口的入海工程。修建工程还扩展至河北与山西交界处的太行山内三关长城。

宣府镇的主要工程是：万历初年总督宣化、大同、山西军务方逢时，主持修建龙门所的盘道墩（今河北赤城东）至靖虏堡的大衙口（今河北崇礼县东南）段的外长城③，将开平卫的独石堡围在长城以内，并在万历以后全部用砖包砌。

大同镇的主要工程是：在万历初年开始修补和增筑各种辅助工程，其中有屯堡257座、空心敌台1 028所，全部用砖包砌。

山西镇的主要工程是：在万历二十三年（1595年）重建雁门关边墙，增修偏头关、宁武关及沿太行山岭南下的长城各关的关城及空心敌台。

延绥镇（即榆林镇，治今陕西榆林）的主要工程是：在隆庆年间重建东起榆溪河西岸，西至保宁堡（今榆林西南）的大边长城；修建榆溪河红石峡以东至常乐堡（今榆林东北）、保宁堡西南至波罗堡大川口无定河北岸的两段长城。万历初年，又营建黄甫川至建安堡（今榆林李家峁村南），以及波罗堡西南至镇靖堡的数百里大边长城，并建墩堠104处、墩垣484处、寨城59座。万历三十五年，在榆林城北的红山市口创建了一座高21米的镇北台，成为万里长城中一座最大的城台。

宁夏镇的主要工程是：在隆庆年间重建黄河东岸在地震中倒塌的长城。万历初年，又开始补筑或重建贺兰山各沟口的关墙、墩台和大小堡寨。

固原镇的主要工程是：隆庆五年（1571年），新筑自宁夏扯木峡旧堡河口，至

---

① 《明史》卷二三八《李成梁传》称："万历初元时……成梁献议移建弧山堡于张其哈剌佃险山堡，于宽甸沿江新安四堡，于长甸、长岭诸处，仍以弧山、险山二参将守之，可拓地七八百里。"见《明史》二十，第6191页。

② 见[26]，第32~33页。

③ 《明史》卷二二三《方逢时传》记载：在万历初方逢时任职之初，便亲至这些地区巡视，并奏请朝廷修建城防设施。见《明史》十九，第5845~5846页。



五方寺塔儿湾白草川墩的裴家川长城，并增筑几十座城堡墩台。万历后期，榆林镇的守备中心也移至裴家川长城沿线。

甘肃镇的主要工程是：隆庆五年，重建四段长城：其一是西自甘州卫板桥堡（今临泽县板桥镇）东至明沙堡（今张掖西北）段；其二是东自板桥堡西至镇夷所（今高台县西北天城村）黑河东岸（今正义峡）段；其三是东自镇夷所黑河西岸西至嘉峪关段；其四是西自山丹卫教场东接古城宬界碑（今山丹县城东南）段。万历二十六年，新筑东起永安索桥（今甘肃景泰县东南黄河西岸）西至小松山双墩（今景泰县西北昌林山张家梁）段；西自泗水堡和土门堡（今古浪县北的泗水和土门乡）东至小松山双墩段（两段长城在此连成一线，全长200千米）；墙内新筑土门、大靖、裴家营、红小河、芦塘营诸城堡，是明代后期所筑长城的最大工程。

上述情况表明，有明一代对长城修建和改建的主要工程，规模都比较大，工程的配套项目较多，对长城守备体系的完善具有重要的作用。除此以外，还对长城进行了许多临时性的维护、修缮和补筑性的小工程，如个别墩台、烽堠的增建、修补，以及墙体的加固等，这些工程也是经常不断地进行的。

从战略上分析，明代前期对长城的修建和改建，是新王朝建立后巩固国防建设的需要，具有攻守兼备、以守为攻的作用，既可防御北方元残余势力的卷土重来，又可作为明军进击漠北的前进基地。明代中期对长城的修建和改建，则以抵御北方游牧民族的内扰为主，其重点是以修筑宣府大同以西至嘉峪关的边墙及其附属工程。明代后期对蓟镇段长城的修建和改建，主要是加强长城整体的防御能力，万历以后则主要是针对后金军的挑战。通过这一时期对长城的修建和改建，使中国古代军事筑城技术达到高峰。

从军事筑城的特点上分析，明代长城在军事筑城方面独具特点。

其一，据险制塞，以墙挡骑，形成独特的万里带形防御阵线，其规模不但旷古空前，而且也为全球所仅有。

其二，因地制宜，设置众多的关、隘、堡、台为支撑点，形成坚固地与带墙垣相结合的绵亘万里的防御工程体系。

其三，单道与多道城墙兼备，形成宽正面与大纵深相结合的防御工程网。

其四，明墙与暗壁相结合，使敌莫测玄奥，形成易守难攻的迷宫式阵地。

其五，随着火炮制造的发展，不断增加相应的火炮，形成土木工程与火力配置相结合攻防兼备的城防阵地。

长城于1987年被列入世界文化遗产的名录。

二、依托长城的“九镇”防御体系

明廷为了对长城沿线进行有效的守备、维护和修筑，将东起鸭绿江西至嘉峪关的长城沿线划分为9个守备区段，委派总兵官镇守，史称这9个守备区为“九镇”或“九边”。它们自东向西依次是：辽东镇、蓟镇、宣府镇、大同镇、山西镇、延绥镇、宁夏镇、固原镇、甘肃镇。它们设镇的年代、总兵官的驻地及分守的长城区段如下。

辽东镇　辽东镇是在辽东都司的基础上发展而成的。明朝建立之初，辽东仍为元军所据。洪武四年（1371年）二月，元辽阳守将平章刘益降明。朱元璋即抓



紧时机设置辽东卫指挥使司，以刘益为指挥同知。七月，改置定辽都卫指挥使司（治今辽宁辽阳）①，以马云、叶旺为都卫指挥使。洪武七年，明廷在辽东设总兵官②。洪武八年十月，明廷改定辽都卫为辽东都司，统领25卫③，其所辖之地东起鸭绿江，西至山海关，南至旅顺口，北至开原。永乐年间开始设立巡抚，到正统元年（1436年）便作为制度固定下来。可见辽东镇自洪武七年开始建立，到正统元年才成定制，其间经历了一个漫长的时期。辽东镇总兵官初治广宁卫（今辽宁北镇），隆庆年以后，冬季移驻东宁卫（今辽宁辽阳），下辖25个卫，16个所，驻军八九万，隆庆四年（1570年）增设一个拥有200辆战车的车营，所守长城区段东起宽甸县（今属辽宁丹东）虎山南麓鸭绿江边，西至山海关北吾名口，全长975千米。因原砌城墙大多没有被覆城砖，故现存遗甚少。

蓟镇　蓟镇设立的年代有多种说法。《四镇三关志》卷一《建置考·蓟镇建置》称：永乐“二年设总兵，驻寺子谷，镇守边关，遂为蓟镇云”。成化八年（1472年），设巡抚。嘉靖二十年（1541年），所设官员有巡抚都御史1人，镇守总兵官1人。从总兵官设置的情况看，《明史》卷九十一《兵志三》“蓟之称镇，自（嘉靖）二十七年始”的说法似不准确。蓟镇总兵官治三屯营（今河北迁西三屯营镇）下辖21个卫，3个所，驻军39 000多人，所守长城区段东起山海关老龙头，西至黄榆关（今河北邢台西北太行山岭），全长1 500多千米，是现存遗迹最多，保存最完好的一段长城。

宣府镇　宣府镇是在万全都司的基础上设立的。成化初年后逐渐成为巨镇。成化十年（1474年）定设。总兵官治宣府（今河北宣化），下辖15个卫，26个所，驻军约9万，隆庆四年（1570年）增设一个拥有200辆战车的车营，所守长城区段东自慕田峪渤海所与四海治所分界处，西至西阳河（今河北怀安县境），与大同镇接界，全长558千米。东段城墙原用砖石垒砌，现大多已被拆毁。西段夯土墙保存尚好。

大同镇　大同镇是在山西行都司的基础上设立的。永乐二年（1414年），设总兵官。正统元年（1436年），与宣府共设巡抚。成化十年设置。总兵官治大同府（今山西大同），下辖14个卫，2个所，原驻军130 000多人，至万历年间减至80 000多人，所守长城区段东自天成卫镇口台（今山西天镇东北），西至鸦角山（又称丫角山，今内蒙古清水河县口子上村东山），与山西镇相接界，全长335千米。长城遗迹中砌筑的砖石已被拆毁，夯土城墙保存尚完整。

山西镇　又称太原镇、三关镇。成化年以后设置。总兵官初治偏头关（今山西偏关），后移至宁武所（今山西宁武），下辖5个卫，8个所，原驻军25 000多人，万历年间增至55 000多人，所守长城区段东接太行山岭之蓟镇长城，西至河曲（今山西河曲旧县城）黄河东岸，全长近800千米。因其在宣府、大同二镇长城之内，故又称为内长城，其中雁门、宁武、偏头合称“外三关”（相对于蓟镇长

① 《明史》卷四一《地理二·山东》，《明史》四，第952页。

② 据《全辽志》卷三《职官》称：“镇守总兵，洪武甲寅（七年，1374年）设立。”

③ 《明史》卷四一《地理二·山东》，《明史》四，第952页。



城区段的居庸、紫荆、倒马“内三关”而言)。山西镇区段的长城多为倚山而建的石墙，其遗迹经过修复后仍比较连贯。

延绥镇 景泰元年(1450年)设置。天顺二年(1458年)设总兵官。总兵官初治绥德州(今陕西绥德)，成化九年移至榆林(今陕西榆林)，故又称榆林镇，下辖3个卫，3个百户所，原驻军80 000人，后减至50 000人左右，所守长城区段东自黄甫川堡(今陕西府谷县黄甫乡)，西至花马池(今宁夏盐池)，全长885千米。在主长城南侧另有一道辅城墙，又称“二边”，东起黄河西岸(今陕西府谷县墙头乡)，西至定边营(今陕西定边)与主城墙相接。延绥镇长城遗迹大多被积沙所淹没，有些地段被推平建成公路，仅遗存一些夯土墩台。

宁夏镇 正统元年设置。总兵官治宁夏卫(今宁夏银川)，下辖6个卫，2个所，原驻军约70 000人，后减至20 000多人，所守长城区段东起花马池(今宁夏盐池)与延绥镇长城相接，西至宁夏中卫喜鹊沟黄河北岸(今宁夏中卫县西南)，全长830千米。全镇长城分由东、中、北、南、西五路驻军守备。宁夏镇长城遗迹大部分已被埋没于流沙之中，仅存贺兰山段石砌的断续残垣。

固原镇 景泰三年设置。总兵官治固原州(今宁夏固原)。又因总督陕西三边军务的府治也设于此，故又称陕西镇，下辖4个卫，7个所，原驻军126 000多人，后减至90 000人，所守长城区段东自延绥镇饶阳水堡(今陕西定边姬原乡辽阳村)西界，西至兰州、临洮，与甘肃镇长城相接，全长550千米。全镇长城分由下马关、靖虏、兰州、河州、芦塘等五路驻军守备。固原镇长城遗迹除景泰县境内的“松山新边”保存较完好外，其余城墙大部已严重圮塌，仅见一些夯土墩台。

甘肃镇 甘肃镇是在陕西行都司的基础上设立的。洪武二十五年(1392年)设总兵官，景泰元年(1450年)定设。总兵官治甘州卫(今甘肃张掖)，下辖12个卫，4个所，原驻军约90 000人，后减至46 000多人，所守长城区段东南自兰州黄河北岸，西北至嘉峪关南祁连山，全长800多千米。全镇长城分由庄、浪、凉州、甘州、肃州、大靖五路驻军驻守。甘肃镇长城遗迹虽经风沙剥蚀掩埋，但墙体仍能保持连贯相续。

以上九镇所守备的长城区段，其城墙的重叠和分支数量各不相同，最少的为单向一重，最多的宣府镇长城有内外九重。学者们对各区段长城的里程统计也不尽一致①，按作者参考的文献统计，长城自东至西的总里程约为7 233千米，即14 466华里，而通常所说的里程约为12 700华里。此外还有一些统计数字。不论哪一种统计数字，都在万里以上，故有万里长城之名。万里长城东起辽宁，经河北、天津、北京、山西、陕西、内蒙古、宁夏，直抵甘肃、绵亘九个省市，是世界上最伟大的工程之一，被列为中古世界七大奇迹之一。

明代以长城为依托的九镇防御体系，是随着北部边防情况的变化而逐渐形成的，它起始于洪武时期，基本完成于弘治年间，到嘉靖初年便正式建成。之后，明廷为便于对九镇的指挥与控制，又在九镇之上设立蓟辽总督、宣大山西总督、陕西三边总督，分别总督这三大边区的军务，兼管粮饷，节制镇、巡等官员，逐

① 如罗哲文先生在《长城》一文中估算为14 000多华里。

渐形成北部边防的三大防区。其中陕西三边总督设置于嘉靖四年（1525 年），节制陕西、延绥、宁夏、甘肃四抚，以及固原、榆林、宁夏、甘肃、临洮五镇。宣大山西总督设置于嘉靖二十九年，节制宣府、大同、山西的三抚三镇。蓟辽总督设置于嘉靖二十九年，节制顺天、保定、辽东三抚，以及蓟州、昌平、辽东、保定四镇。

明代对长城多次大规模的修建和改建，以及三防区、九边镇的建立，使东起鸭绿江西至嘉峪关的长城沿线，成为具有一定纵深的防御地带，改善了防御态势。这种改善虽然没有能挽救明王朝的灭亡，但是也在一定的时期和局部的区段内，抑制了游牧民族的内扰，保障了长城以南农耕民族生命财产的安全，起到了积极防御的作用。

第三节　长城的建筑技术

长城是世界中古七大奇迹之一，是人类历史上持续修筑的年代最久、里程最长、工程量最大、最坚固的永备军事筑城，在城墙、关城、城堡、墩台的建筑技术上都有独特的创造。

一、城墙的建筑技术

城墙是长城的主体，有围圈各关城与城堡的城墙，有连接各城、堡的带形长墙，以后者为多。它们都采用因地制宜、就地取材的方法建成。

1．城墙的形式

有土筑墙、木筑墙、石垒墙和条石墙、砖石合砌墙、铲山墙、山险墙、壕榨墙等（图 2－7－4）。

土筑城墙　又称夯土墙。大多建筑在平原黄土地区，一般采用版筑夯土法，就地挖取黄土，经过筛选，然后摊铺于青石板上，在烈日下焙干，或用火烤干，使土中的草籽不能发芽。黄土选好后，再掺以沙子、石灰，拌成三合土，或用黄土夹片石，经过分层夯实，版筑为墙。墙高约 3～4 米，底墙壁厚 3 米，顶墙壁厚 2 米，内外沿分别砌有女墙与雉堞。山

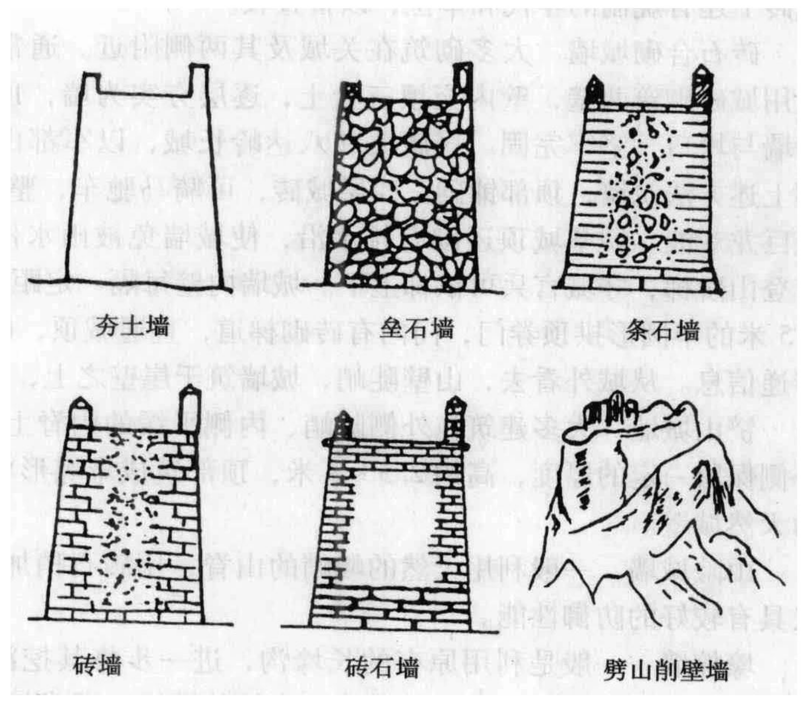


图 2－7－4　长城各种城墙剖面

西、陕西、内蒙古、宁夏、甘肃等地的城墙，多用此法筑成。城墙筑成后，还要经过验收，派射手在一定的距离用箭射墙，若箭镞不能射入墙体，方算合格，否



则就要返工，可见其对墙体坚固程度的要求之严之高。

木筑城墙　大多建筑在江河岸边或森林地区附近。一般就近伐木，密植在墙基的内外两面，编连成排，形成内外两壁。然后向中间充填沙土与卵石，边填边夯，逐层夯实成墙。最后用大圆木封顶并设置女墙、垛口。现存辽东镇太子河边的明长城遗址，即用此法筑成。

石垒城墙和条石城墙　大多建筑在山地或石材较多的地方。一般就近劈山取石作为材料。前者因石而用，垒砌成墙即可。后者先将石材制成规范的条石，垒砌时要用石灰浆或泥浆填实缝隙，墙的高度与壁厚视需要而定。今居庸关、八达岭等处还能见到长 3 米、重达 2 000 多千克的大石块。

砖砌城墙　大多在关城及其两侧附近。一般采用统一规格的城砖包砌城墙的内外壁，两壁中间用黄土和卵石填实，而后分层夯实成墙。山海关到居庸关之间的关城和城墙，大多用此法筑成。砌墙用的城砖，有的从外地运来，有的就近取材，建窑烧制，如山海关城墙所用的城砖，就是在角山下青石沟村附近建窑烧制的，至今仍存有砖窑遗址和当年烧砖用的木炭。所制城砖大致有如下几种规格：

其一，长 60 厘米，宽 24 厘米，厚 12 厘米，重 25 千克。

其二，长 44 厘米，宽 21 厘米，厚 16 厘米，重 21 千克。

其三，长 45 厘米，宽 22 厘米，厚 10 厘米，重 15 千克。

其四，长 37 厘米，宽 18 厘米，厚 10 厘米，重 10 千克。

除上述长方形城砖外，还有一些特种砖：如垛口用的是中间凸起，两旁呈坡形的两面坡砖，又称墙帽砖；砌于垛口中间的三角形砖；砌于射孔的半圆形砖等。城砖上还有烧制的年代和单位，以备查收。

砖石合砌城墙　大多砌筑在关城及其两侧附近。通常以大条石为基础，基础上用城砖砌筑两壁，壁内充填三合土，逐层夯实为墙，顶部用大方砖铺顶，上砌女墙与垛口，坚牢完固。居庸关和八达岭长城，以军都山坚实的山脊为基础，采用上述方法筑墙，顶部铺砌三四层城砖，可骑马驰车，整个城墙随山脊蜿蜒起伏，似巨龙戏波。城基城顶还砌有排水沿，使城墙免被雨水侵蚀、冲刷。城墙内侧筑有登山阶梯，守城官兵可依梯上下。城墙内壁每隔一定距离，开有一道高 2 米、宽 1.5 米的半圆形拱顶券门，门内有砖砌梯道，直通城顶，以备军情紧急时上下迅速传递信息。从城外看去，山壁陡峭，城墙筑于崖壁之上，难于攀登。

铲山城墙　大多建筑在外侧陡峭、内侧平缓的山脊上。一般将内侧削低铲平，外侧保留一定的厚度，高约 2.5 ~ 3 米，顶部筑成雉堞形状，与人工筑墙相接，成为天然城壁。

山险城墙　一般利用天然的峻峭的山脊，用砖石稍加垒砌而成。既省工省材，又具有较好的防御性能。

壕榨墙　一般是利用原有的长壕沟，进一步将其挖深，以挖壕之土，堆积于壕沟之一侧，形成以壕为主，以墙垣为辅的城墙。通常壕宽约为 5 ~ 8 米，深 1 米以上，墙壕的总宽度为 10 ~ 12 米。甘肃的敦煌、酒泉、山丹等地，都曾发现过这类城墙的遗迹。

城墙的横截面除特殊者外，一般呈上小下大的梯形，高度与厚度的尺寸，因



地形的不同而各有差异。与城墙相随而建的还有垛墙、垛口、女墙、偏坡、羊马墙、堑壕、品坑等附属设施或工程。

垛墙和垛口　绝大多数城墙顶部的外侧，一般都用砖砌成1.8～2米高的垛墙，垛墙顶用墙帽砖砌筑，以掩护站立于墙后的守城士兵。垛墙上每隔2米左右开有一个凹形缺口称垛口，垛口中间用三角形砖砌筑，垛口宽约0.5米、高约0.4米，用来瞭望和射击。垛墙中央也开有一个约0.35米见方的悬眼，也可作瞭望和射击之用。

女墙　又称宇墙，是建在城顶内侧的矮墙，高约1米多，都用砖砌筑，有的女墙也开有望口，当敌人破墙而入时，也可从背后击敌。

偏坡　是对城墙外侧有缓坡的地段，将其铲削成陡直的峭壁，增加城墙的斜度，使攻城敌军难以攀登，戚继光在修筑蓟镇段长城的城墙时，曾在多处地段修筑过这种偏坡。这是利用地形增强城墙险度的一种简易工程。

堑壕　是在城墙外侧开挖的一道或几道壕沟，形成深沟高垒的态势，敌军在城下见之胆寒，不敢轻易强攻。

品坑　是在墙外挖掘多排深坑，各排深坑之间互相交错排列，成“品”字形或“梅花”形，以障碍敌军人马的长驱直进。

2. 战墙

战墙是在长城主墙外侧40～50米处的有利地形上，利用山石垒砌的外墙，有的地方还筑有几道重叠的战墙。战墙的形式因地而异，通常在平缓之处较为高厚，在陡峻之地，一般高约2.5米。墙上开有三排0.3米见方并呈交错配置的射孔，可供士兵用站、蹲、跪三种姿势，射击墙外攻城之敌，减少了射击死角，提高了火力密度。战墙上每隔50～100米，就留有一个用砖石砌筑的小门，供官兵出入。相邻两战墙的结合部，采取前后错开、两端重叠的布局。错开的距离约0.5米，重叠部分约15～20米。这种布局方式，加强了防御作用。类似的战墙在一些地方如蓟县境内也有建筑。据天津黄崖关长城历史博物馆的《蓟县境长城设施概况》的考察报告中记载[22]，长城在该县的东南方向上，从河北省遵化县马兰关进入小港乡的赤霞峪，而后向西北方向曲折延伸，过黄崖关，经前干涧，由黄土梁大松顶出蓟县县界，与北京平谷县将军关的长城相接，总计在蓟县境内30.5千米的长城中，于前涧干、小平安、车道峪、常州等地段长城主墙的外侧，共建有战墙约6.3千米[22]。这些战墙实际上是主城墙的前沿阵地，加大了主城墙的防御纵深。既能消灭攻城敌军的有生力量，又可迟滞敌军的进攻，为主城墙的守军创造了歼敌的条件。

3. 障墙

障墙是垂直于长城主城墙的横截墙，创建于隆庆至万历年间（1567—1620年），多建于长城主城墙相对高差较大之处，以蓟镇段长城尤其是金山岭段15千米的长城为多。金山岭长城位于河北省滦平县与北京市密云县交界地区的燕山支脉，即滦平县巴克什营乡东南8千米处，距北京地区约67千米。这里敌台密集，多达100多处，大多建于各制高点上，如将军楼、仙女楼、望京楼等。为了防止敌人在攻占低处城墙后威胁敌台，便利用山险，分别不同层次，建筑多道垂直于主城墙墙面的横向障墙，使主墙面上增添多道横隔墙，宛如一道道屏障庇护敌台，以加强敌台的防御层次。障墙一般高三四米，宽1.6米，开有望孔与箭孔，其一端



与雉堞墙相依，另一端距宇墙约1米，仅容1人通过（照片18）。作战时，若敌兵攻人前一道障墙，守备后一道障墙的士兵还可凭墙抵御，使每一道障墙都成为城墙上的坚固防御阵地。使攻城敌军每前进一段，都要付出一定的代价。障墙居高临下，布局严谨，宜守难攻，是明代蓟镇段长城所特有的防御工事。

4. 特殊的城墙建筑技术

有些地段的长城，或因地理环境特殊，或因军事上的需要，便采用特殊的方法进行建筑，如慕田峪长城的“箭扣子”与老龙头入海段长城的城基便是如此。

慕田峪关是蓟镇关隘之一，燕山山脉中的一个隘口，位于北京市怀柔县三渡河乡北，距北京市区70千米，西接居庸关，东连古北口，由城墙、敌楼、城关与烽火台、亭障等组成。位于怀柔县境内的慕田峪长城约14千米，有敌台76座，均凭险而筑，居高临下，壮观雄伟。城墙随山脊蜿蜒曲折，相互高差较大。在慕田峪关城附近的2 250米的城墙中，关城筑在海拔486米处。城西南（即关城内侧）的山坡渐缓，至2 000米处的辛营时，海拔降为208米。城东北（即关城外侧）的山势先缓降（至莲花池时海拔为318米）后陡升（至牛犄角边时海拔为1039.6米），最高的牛角边与辛营的相对高差为831.6米。牛犄角边与关城的相对高差为553.6米。选择这样的地形筑关建台，在于利用山险，分别不同层次，构筑若干道障墙，加强防御纵深。由于这一段山势险峻，地形复杂，因而增加了建筑城墙的艰巨性，不但建筑材料难以运输到位，墙基难以砌筑，而且有些地段的山脊过于高耸而狭薄，宽仅1米多，外侧也无人马可通行之处，所以仅能在外侧构筑一道单边垛口墙，人们称之外“单边墙”。单边墙的高度在2~3.5米之间，底墙壁厚仅96厘米，顶部壁厚只有66厘米。如在“箭扣子”以东的南面为数十丈高的绝壁，北面为数十丈深的悬崖，长城的城墙只能从绝壁外沿的断崖通过，于是筑墙者便出巧思，在断崖处横架两根粗铁梁，作为城墙的墙基，凌空建成城墙（照片19）。又如在牛犄角边的两侧山峰如削，向南伸出的一段到山势尽处却突然终止，于此处修建的敌台坚固雄伟，被人们称为“秃尾巴边”。

老龙头城墙在燕山山脉松岭入海处（图2-7-5），距山海关城南5千米，是蓟镇段长城的东部起点。老龙头入海城砌石为墙垒，高约10米，伸入海中21米多，系为防御北方骑兵从沿海浅滩南扰关内而筑，是戚继光于万历七年（1579年）修建蓟镇段长城的一项杰出工程。

考古学者曾对老龙头的水下建筑进行考察，发现有300多块重2~3吨的巨石堆积区。该区长50米、宽10米。其中有天然礁石，也有人工投入的块石，块石上三面凿有马蹄凹槽，槽内浇注过铁液，至今还存有铸铁痕迹。据分析，这可能是互相嵌接块石时所注①。这种从海中垒石为基，上筑墙垣，不但反映了当时设计者

① 有些学者据《清圣祖澄海楼序》中，关于“山海关澄海楼，旧所谓关城堡也。直峙海浒，城根皆以铁釜为基，过其下者，覆釜历历在目，不知其几千万也”的说法，认为当时是以大量铁锅反扣，锅内堆聚铁沙，又以巨大条石压砌在覆锅之上，层层扣砌，紧紧将块块条石拴接成庞大的墙基，从海底渐渐升起，故能经数百年风浪，仍巍然屹立，并说清代有些地图也标注“覆釜铁沙沉聚处”的字样，可作印证。但《山海关长城志》的作者郭述祖同志在该书第28页中说，经勘察，并未发现铁釜痕迹，故暂存此疑，留待今后再作考察。



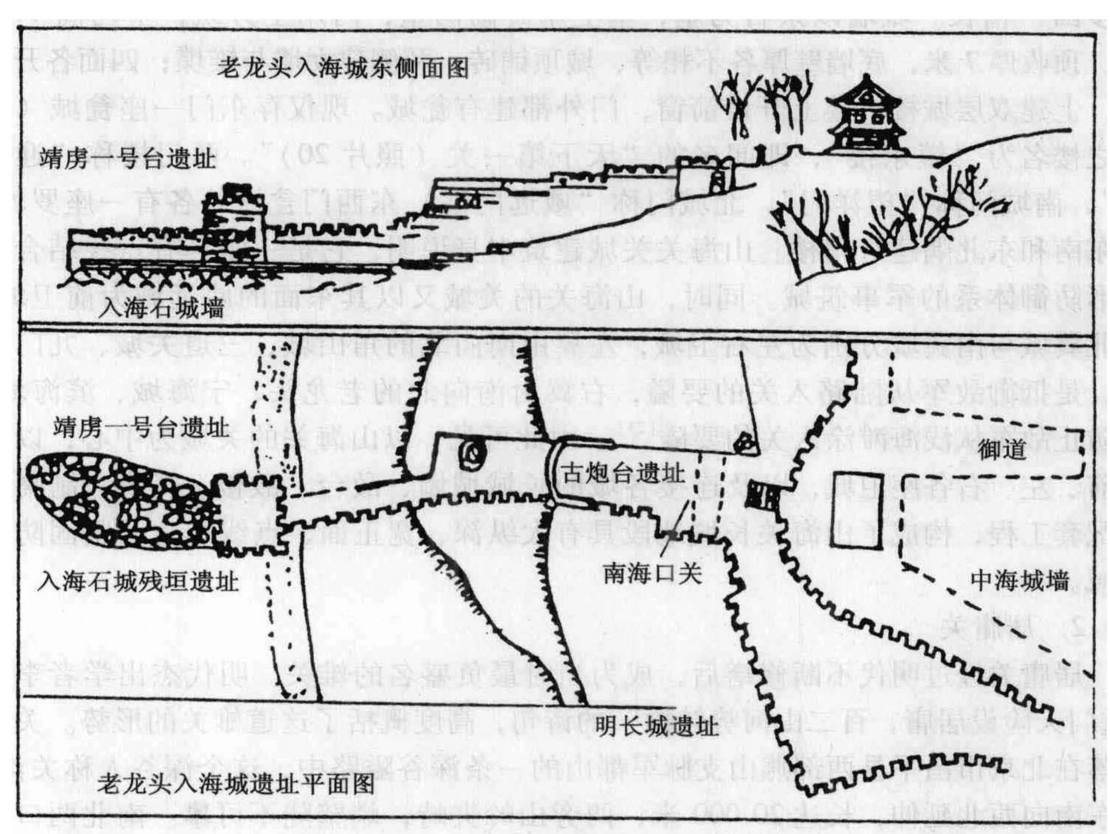


图 2-7-5　老龙头入海城侧面与平面对应位置图

的聪明才智和宏大气魄，而且显示了高超的工程技术水平。

二、城堡的建筑技术

明王朝在修建和改建万里长城时，在长城沿线的许多关口要隘，都修建和改建了关城、卫城、守御或千户所城和堡城，成为长城沿线不同守备等级的支撑点，具有重要的城略和战术价值。根据各种文献记载的不完全统计，长城沿线大约有170多座关口城堡，其中以山海关、居庸关、嘉峪关等关城的建筑技术最为典型，也是明朝修缮与守备的重点。

1. 山海关

山海关是辽东段长城与蓟镇段长城的连接点，隋唐时期有临渝宫、临渝关等名称。洪武十四年（1381年），朱元璋派徐达率部修缮。徐达受命后便于迁民镇置关筑城，控制险要，更名为山海关。正统至弘治年间（1436—1505年）又进行了扩建。万历十二年至崇祯十六年（1548—1643年），又在关城的东西门外增建套在瓮城之外的东西罗城。山海关地区的长城，南起老龙头，向北偏西依次经过宁海城、南翼城（又名南新城、南营子）、关城、北翼城（又名北新城，北营子）、角山城、三道关城、至九门口城与辽宁省绥中县长城相接，全长26 000米。城东2 000米处的欢喜岭上建有周长614米的威远城[23]。

山海关以长城为东城墙，与南西北三面城墙一起围成一座关城。经测量，东城墙长1 350米，上建六楼一台。南西北三面城墙分别长1 087.5米、1 290米、636米、周长4 363.5米，约8.7华里，比《临榆县志》记载的“周八里一百三十



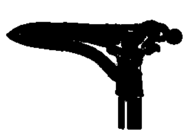
七步四”稍长。城墙以条石为基，基上用砖砌两壁，内用土夯筑，平均高 11.6 米，顶收厚 7 米，底墙壁厚各不相等，城顶铺砖，两侧建女墙与雉堞；四面各开一门，上建双层城楼，楼上开设箭窗，门外都建有瓮城。现仅存东门一座瓮城（东门之楼名为“镇东楼”，即闻名的“天下第一关（照片 20）”。西门楼称“迎恩楼”，南城门称“望洋门”，北城门称“威远门”。）东西门瓮城外各有一座罗城。城东南和东北隅建有角楼。山海关关城建筑本身说明，它是一座具有点线结合的环形防御体系的军事筑城。同时，山海关的关城又以其东面的威远城为前卫城，以北翼城与南翼城分别为左右卫城，左翼由南向北的角山城、三道关城、九门口城，是抵御敌军从陆路入关的要隘，右翼由南向北的老龙头、宁海城、滨海城，是防止敌军从浅海滩涂入关的要隘[23]。由此可见，以山海关的关城为中心，以上述前、左、右各座卫城，以及连接各城的长城城墙、敌台、敌楼、烽堠、制高点为配套工程，构成了山海关长城地段具有大纵深、宽正面、点线结合的坚固防御区域。

2. 居庸关

居庸关经过明代不断修缮后，成为当时最负盛名的雄关。明代杰出学者李贽“重门天险设居庸，百二山河势转雄”的诗句，高度概括了这道雄关的形势。关城坐落在北京市昌平县西部燕山支脉军都山的一条深谷隘路中，这个深谷人称关沟，自东南向西北延伸，长达 20 000 米，两旁山岭夹峙，峭壁陡不可攀。南北两口之间，筑有三道重关，是保卫北京北部安全的口门。居庸关是三关的主关，位居三关之中。洪武三年（1370 年），大将徐达开始率部进行大规模的构建，后又进行多次修建。关城周长 500 米，城墙以条石为基，上用城砖砌筑，高 10.5 米，底墙壁厚 11.5 米，顶收壁厚 9.5 米，南北各开一道城门，门外都有瓮城。居庸关关城的北路隘口为海拔 600 ~ 1 000 米的八达岭（照片 21），地势险峻，居高临下，故有“居庸之险不在关城而在八达岭”之说。岭外为开阔平川。弘治十八年（1505 年），明廷在岭口增筑一座小城，平面呈不规则四方形，顶部为长方形城台，长 19.8 米，宽 14.15 米，面积约 280 平方米，墙高 7.5 米，厚 4 米，顶部四周建有垛口，上置弩、炮，城台两侧各建敌楼一座，与城墙相接。两侧城墙随山势翘升，东连灰口岭，西接白关口，有“一夫当关，万夫莫敌”的天险之称。居庸关关城南路隘口为南口镇，筑有堡城，是隘路的最后一道设防阵地。除上述三关外，还在八达岭北 2 000 米处建筑一座岔道城作为前卫城。岔道城有南西北三门，城南与南山相连，城西北的山口两侧筑有墩台，城北高地上筑有一段带形城墙作掩护。这些建筑前后策应，使居庸关城成为长城沿线一处由前卫阵地、主阵地、后卫阵地组成的大纵深防御区域，是天然险要与先进筑城技术相结合的产物。

3. 嘉峪关

嘉峪关建筑于肃州（今甘肃酒泉）西 3 500 米的嘉峪山东南麓，为长城最西端的关城，居高凭险，自古以来就是控制河西走廊的西口，出入新疆的门户（照片 22）。明将冯胜于洪武五年（1372 年）平定河西后，正式筑城建关。至嘉靖十八年（1539 年）增筑外城后，全城由内城、瓮城、罗城、外城组成，成为城内有城，城外有壕，城下有道道重关，全城层层设防，布局合理的一座关城。内城居关城正



中，平面成东小西大的梯形，西墙长166米，东墙长154米，南北两墙各长160米，周长640米。墙高9米，加上垛墙后高约10.5米，6米以下用黄土夯筑，以上用土坯砌筑。底墙壁厚6.6米，顶墙壁厚2米，收分比较分明。城头外侧共有133个垛口与射孔。东西两面城墙各开一门，门上建有三层高大的城楼，门外筑正方形瓮城。南北两面城墙无门，城墙中段建有敌台，台上建有戍楼，城墙四角建有角楼，供士兵巡哨。除城楼、敌台与垛口的边角用城砖包砌外，其余部分都用土夯筑，夯层12.14厘米，十分坚固。关城东、南、北三面之外侧都有黄土夯筑的围墙，称为外城。其西端与罗城相接，东部围墙沿花岗岩边缘而筑。南北二墙与肃州西长城相连，互成掎角之势。外城墙1 100米，残高3.8米，其构筑技术与内城墙相同。关城外有护城河围绕，现存300米左右，面宽10.6米，距外城墙1米左右[10]。

除上述三座著名的关城外，明代还在长城沿线或两侧按守备等级、驻军编制规模，建有大小不等的城堡。其中有著名的关城紫荆关、雁门关、娘子关等，有各镇总兵驻地的镇城广宁、宣府、大同、太原、银川等，有特设的路城义州、开原等，有各卫驻地的卫城宁远、海州、铁岭、万全等，有千户所驻地的所城塔山、沙河、松山等，有堡城兴堡、大胜堡、土木堡等。镇城、路城大致与关城同属大型边城。卫城与所城属中型边城，除少数外都设于长城内侧，互相间隔约百余里，离长城远近不同，视需要而定，两者的周长分别为3 000~4 500米与2 000~2 500米，一般用砖砌城墙，开有城门，建有瓮城，有城楼、女墙、敌台、角楼等设施。堡城又称边堡，城周长500~1 500米，互相间隔约5千米，离长城不超过5千米，用砖砌城墙，开1~2门，少数还建有瓮城。关城与镇城、路城、卫城、所城、堡城，是不同等级的守备重点和长城防御体系的组成部分，担负着守备北部边界的重要军务。

明军为加强长城重要城堡及其两侧城墙的防御能力，除利用城堡上建筑的各种守备设施外，还在距城堡一定距离的通道上，设置挡马墙和陷马坑。挡马墙的高度一般以能阻挡敌军的战马跨越为度，大多作多层次的布设，以阻滞敌骑的驰突。陷马坑即前述品坑，大多挖在宽旷的平坦地形上，如“梅花”形和“品”字形交错分布，坑内密植铁签、夹刃，以刺戮落坑战马的马蹄，坑面上多有伪装，使敌不辨真假，落入坑内。此外，有的还在阵地前方较远距离处种植灌木林或密植木桩，以障碍敌骑的驰突。

三、敌台与烽火台的建筑技术

敌台又称墙台，城台有实心敌台与空心敌台之分，是长城城墙上的守备重点。烽火台是长城沿线传递军情的报警系统。两者都是长城防御系统的组成部分。

1. 敌台

敌台类似于宋代城墙上的马面战棚，每隔300~500米建筑一座，通常呈正方形，正面突出城墙外侧2~3米，高于城墙1.5~1.7米。河西城墙的敌台高出城墙3~4米，顶部筑有女墙与雉堞，垛墙壁上开有望孔和射眼。敌台上建有简易铺房，供守城士兵巡守、营宿和避风雨之用。同时还贮有各种兵器、信号器材，以及可供守军一月之用的粮食和饮水。每座敌台平时编守军4人，战时可增至14人，有



简易梯子可供上下。

隆庆二年（1568 年），明廷任命戚继光为总兵官，总理蓟州、昌平、保定练兵事宜。戚继光到任后，即向朝廷提出改建蓟镇区段长城的建议，建筑 3 000 座空心敌台是其重要内容，也是对中国古代城墙城池建筑体系中敌台建筑的一大改革。戚继光的建议经兵部复议后，批准其建筑 1 600 座。戚继光指出，建台必须因地制宜，对于“山平、墙低、坡小、势冲之处，则密之；高坡、陵墙之处，则疏之”①；缓冲之处 100～300 步建筑一台，冲要之地 30～50 步建筑一台。台须骑长城城墙而建，“务处台于墙之突，收台于墙之曲。突者受敌而战，曲者退步而守”②。从而使所建之台能攻能守。当时所建之敌台一般高 3～4 丈，台基呈方形，周长 12～18 丈。台基内外沿与城墙平行，外沿向城墙外凸出 14～15 尺左右，内沿向城墙内凸出 5 尺左右。中间空豁，四面有箭窗，上层建楼橹，环以垛口，内卫战卒，下发火炮，以射敌兵，敌弓矢不能及，骑兵不敢近。相邻两台间可形成交叉火力，互为救援。每台编百总 1 名，士兵 30～50 名。每 5 台设把总 1 名，10 台设千总 1 名。各台互相联络一气，固守无隙。每座敌台装备佛郎机炮 8 门及附件 8 套、神枪和快枪 8 支及附件 8 套、火药 400 斤、药碗 8 个、石砲 50 门、火箭 500 支。

在戚继光主持下，至万历三年（1575 年）已建敌台 1 337 座③。除少数地方外，各路要隘都能控制无余，使这些空心敌台在东起山海关，西至灰口岭的 600 千米蓟镇长城沿线上骑墙峙立，增强了长城壁垒森严的气势，起到了“以险制塞”，“以墙挡骑”的作用。

近年来，北京市在开发金山岭段 20 多千米长城的旅游景点时，对 100 多座空心敌台作了深入考察，发现它们姿态各异，台基有正方和长方形，台体有 2 层和 3 层，箭窗有 2～5 个，台内平面布局有单室、双室、回字形、川字形、田字形、日字形、工字形等隔间（图 2－7－6），台墙用砖石或全砖砌筑。室顶和门窗用砖石发券。门窗系加工后安装而成。台内用软梯、石梯或砖梯上下。缘梯登顶，四周有垛墙环抱，楼橹雄峙正中。楼橹多为长方形，顶似船篷，开一门二窗。其中较著名的敌楼有将军楼、仙女楼、桃春楼、狐顶楼、望京楼等，而望京楼则建于海拔 981 米的山顶上，登台眺望，北京远影依稀可见。戚继光创建的空心敌台，反映了火绳炮大量装备驻台守军后，以火力控制关隘的时代特点。其后不久，山西、河北交界的太行山内三关长城，也建筑了类似的空心敌台。这些敌台不但具有重要的军事价值，而且在建筑技术上也有许多创新之处。

2. 烽火台

明代前期的烽火台大致是沿袭前代旧制而稍有改进，通常台高 9～10 米，台基长 12.3 米、宽 10.5 米，呈梯台形，有阶梯通至台顶。台身有土筑、石垒、砖砌等

---

① 《戚少保集》卷四《筑台规则》，《明经世文编》五，第 3758 页。

② 《戚少保集》卷三《请建空心敌台》，《明经世文编》五，第 3749 页。

③ 据《明穆宗实录》卷四二，隆庆四年二月条及《戚少保年谱耆编》卷九的记载：隆庆三年（1569 年），戚继光部建成 472 座空心敌台；至隆庆五年八月，戚继光主持的第一期筑台工程完工，建成蓟镇空心敌台 818 座、昌镇 199 座，共 1 017 座；至万历三年，第二期筑台工程完工，前后两期共建成空心敌台 1 337 座。另据《四镇三关志·形胜》记载，蓟昌二镇共有空心敌台 1 336 座，其中蓟镇 1 093 座，昌镇 243 座。

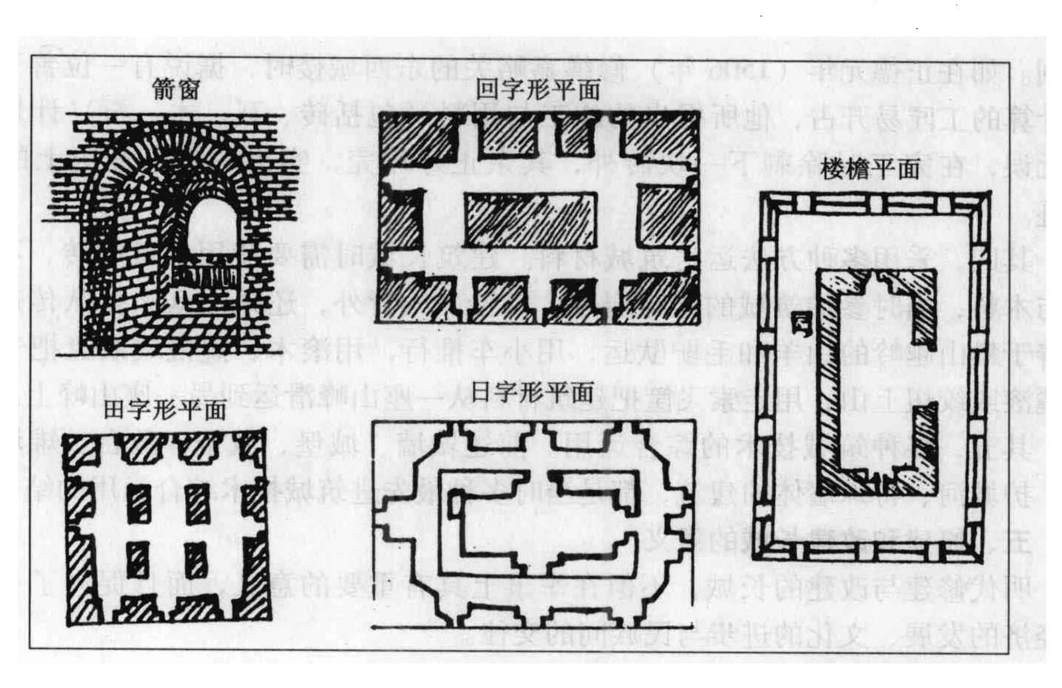


图2-7-6　空心敌台的箭窗及台内平面布局

类型，顶部有女墙、垛口，中央建有发烟灶（烧火池），以及可张挂彩旗和灯笼的高大柱杆，台内有梆子与信号，以便报警。戚继光至蓟镇主持兵事后，对烽火台进行了全面的改建，使每座烽火台与左右的空心敌台相联络。每台相隔500～1000米，连绵布设，梆鼓之声相闻。每台驻军5名，近空心敌台者，听守台百总调度，不近台者，听从就近的百总调度。由于各烽火台能左右联络，所以蓟镇段长城虽延袤曲折600多千米，闻警3个时辰（6个小时）便可备战。报警方式白天与夜晚各不相同，白天烧柴放烟，晚上举烽放炮或点燃不同色彩的发烟剂，以区分不同的敌情①。此外，每台还装备碗口铳、缨子铳等5门，三眼铳1支、火绳5条、发火草60个。由此可见，当时的烽火台，不仅具有报警的作用，而且在遇有紧急情况时，还具有一定的自卫能力。

四、明长城在施工及组织上的创造

明代在修建和改建长城过程中，于施工及组织上多有创造。

首先，采取分段守备与筑城相结合的体制。当时在修建与改建长城时，除朝廷直接征发人力物力外，其余都由“九镇”组织守备兵力和当地民夫，进行分段修筑，使工程建设与军事守备，都有一定的保证。

其次，管理严密。由于修建与改建长城时涉及的工种很多，除按军事组织实行指挥外，还设置各种专业的管工头目，如烧灰的窑匠、泥匠、瓦匠、木匠、石匠头目等，由他们监督施工。

其三，计划周到。由于采取分工包干的方法进行施工，所以用料都有精确的

① 据《明宪宗实录》卷三四记载：成化二年（1466年）九月辛巳规定，敌兵百余人，举放一烽一炮；五百余人，举放二烽二炮；一千余人，举放三烽三炮；五千余人，举放四烽四炮；一万余人，举放五烽五炮。又据《武备志》卷一二〇《军资乘·火二·五色烟》记载，如果在火药中分别加入适量的青黛、铅粉、黄丹与松香、紫粉、木煤与皂角，可以配制成发出青色、白色、黄色、紫色、黑色等不同色彩的烟焰，邻近驻军即可根据不同色彩的烟焰，采取相应的救援与备战措施。



计划。如在正德元年（1506 年）修缮嘉峪关的东西城楼时，据说有一位善于设计和计算的工匠易开占，他所提出的施工与用料（包括砖、瓦、木、石）计划都准确无误，在完工时除剩下一块砖外，其余正好用完，实为军事筑城史上的一大奇迹。

其四，采用多种方法运送筑城材料。建筑长城时需要使用大量的砖、石、石灰与木料，当时参加筑城的人除肩挑、杠抬、人背外，还采用众人排队传递，利用善于攀山越岭的山羊和毛驴驮运，用小车推行，用滚木、撬棍或绞盘把千斤条石撬滚或绞扭上山，用走索飞筐把建筑材料从一座山峰滑运到另一座山峰上。

其五，多种筑城技术的综合运用。前述城墙、城堡、城楼、敌台、雉堞、城门、护城河、特殊墙体的建筑，都是当时多种最先进筑城技术综合运用的结果。

五、修建和改建长城的意义

明代修建与改建的长城，不但在军事上具有重要的意义，而且促进了长城沿线经济的发展、文化的进步与民族间的交往。

1. 在军事方面

明王朝对长城的多次修建与改建，都是从当时军事斗争的需要出发的。

首先，按照明王朝确定的战略方针以及为完成战略、战役任务的要求，选定了长城的大体位置和走向。明王朝建立后，元残余势力虽然退到了漠北，但是并没有被彻底消灭。当时的明军又无强大的骑兵足以驰骋漠北去歼灭元残余势力，所以朱元璋在建明之初，便命徐达主持修建与改建长城事宜，以防止蒙古势力的南下。“土木堡之役”后，北部边患加剧，迫使明廷再次大力扩建长城。在修建与改建过程中，大多选择易守难攻的天然险要之地（包括山与海、山与河、山与山的连接处）为最佳的城址。蓟镇长城以渤海湾为龙头，以燕山山脉之脊为城基。继而西往，又利用燕山与蒙古高原、太行山、恒山相连又相错的山势，建筑外长城与内长城，并在内长城沿线上建筑了内三关与外三关的双重城关，构成大纵深的防御区域。在山西的偏关镇、宁夏的横城、甘肃的景泰等地，长城三度与黄河相交，巧妙地利用黄河天险与贺兰山、祁连山之间的山险要隘筑城御敌。在祁连山与黑山之间，建筑嘉峪关及其附近长城，控制出入新疆的通道。这种选险筑城、择山建关、扼锁通道、控制水源的做法，在一定的程度上达到了“因地形，用险制塞”的目的。

其次，从战术上，根据敌情、地形的特点，选定了设防的要点与墙壕、城堡的具体位置，以抵御北方游牧民族骑兵的长驱驰突之势。

其三，依托长城建立了完备的“九镇”指挥系统，相对稳定了明军的守备态势。其中练兵于蓟镇的戚继光所部，依托长城而建的各种设施，打退了鞑靼和朵颜骑兵的几次进攻，起到了威慑作用，收到了“蓟门晏然”的效果。

其四，隆庆至天启年间（1567—1627 年），戚继光、李成梁、熊廷弼、孙承宗、袁崇焕等人主持修建的山海关与辽东镇长城，对抵御后金军的进攻起到了一定的作用。

其五，明代后期修建与改建的长城，为先进城防火器火绳枪炮的采用创造了条件。



2. 在经济方面

长城的修建与改建对这一带形区域的经济发展，起了推动作用。

首先，由于明代大力实行屯田备边的战略，使长城沿线以军屯为主，以民屯、商屯为辅的农业生产迅速发展起来，为边地军民提供了充裕的粮食。在汉族影响下，蒙古各部的农业生产，也有相应的增长。与此同时，长城两边的畜牧业也有较大的上升。

其次，随着明廷“九镇”的建设和发展，各镇城、路城、卫城由于军事集结，市场贸易繁荣，逐渐形成了一批专门买卖茶、马、木、铁器、布匹、丝绸等商品的市集，打破了阻碍农牧业发展的明、蒙官方对贸易的垄断，推动了长城两边以民族贸易为主体的商品经济的发展。贸易双方本着“华夷兼利”的原则，互通有无，平等互利，以平等的商品交换规律，打破了违背这一规律的朝贡贸易。

其三，由于各镇和卫、所治地都修筑城堡墩台，建立公署寺观，设立驿道、驿部，建立各镇之间、各镇与京师之间的通信联络，促进了长城地带交通与建筑业的发展。与此同时，这些城镇也就逐渐成为长城地带的政治、经济文化中心。

3. 在文化方面

随着长城的修建、改建以及“九镇”的建立，长城沿线的文化也发展起来。

首先，在都司、卫所的驻在地，大多兴办了武学学校，有都司学与卫所学两大类。在辽东镇守的长城地区内，辽东都司先后在洪武至正统年间，兴办了都司学1所、卫所学13所。与此同时，万全都司也兴办了7所武学、9所书院。这些学校除教授兵学理论与传授武艺外，还教授儒家经典。

其次，这些学校还将内地文化传播到边地，对提高长城地带居民的文化素质、加速其汉化的过程，起了积极的作用。

其三，推动汉族文化向塞北蒙古族的辐射。万历年间，俺答部族通过向汉僧请经与听汉僧讲解佛经，学习了佛教文化。与此同时，各种汉文佛经与经史典籍也译成蒙文，在蒙古族中广泛传播。蒙古各部对汉文化大量吸收的结果，也加速了蒙古族的汉化过程。

由于军事、经济、文化的发展要受到政治的制约，修建与改建长城所产生的上述积极作用与意义，是从社会发展总的趋势上体现出来的，它们在各个不同的发展时期，呈现出错综复杂的状态。当明廷与蒙古双方政治关系恶化、利害冲突剧烈时，兵戎相见，爆发战争，明军便依托长城，抵御蒙古骑兵的长驱驰突，充分体现出它“以塞制骑”的军事作用。与此同时，双方的经济贸易与文化交流也就随之阻隔或中断。反之，当明、蒙双方政治关系改善、矛盾缓和时，如明、蒙隆庆和议后，双方兵戈停息，长城的阻隔作用相对下降，沿线的关口要隘之门大开，城镇贸易市场兴旺，汉、蒙等民族的商旅交往频繁，百货聚散不息，文化交流日增，长城促进周围地区众多民族交往与融合的纽带作用日益明显。由此可见，由于明廷与蒙古双方政治关系上的曲折发展，使长城具有阻隔与汇聚的双重性、战争与互市的不稳定性以及其附近地区经济文化发展的不平衡性。

综上所述，明代修建与改建的长城，虽然没有能最终挽救明王朝，但却在相当长的时期内，保护了中原地区经济、文化的发展与社会的稳定，促进了长城地



区的繁荣与兴盛，促进了北方游牧民族与中原农耕民族在封建文明高层次上的融合发展。正是从这一意义上说，明代修建与改建的长城发挥了凝聚、联结、统一多民族国家的纽带作用。

第四节 海防工程

我国有漫长的海岸线，其中大陆海岸线北起鸭绿江南至北仑河，长约18 000千米，若再加上5 000多座大小岛屿的海岸线，总长约32 000多千米。在元末以前，虽因缉捕海盗或中华民族内部军事斗争的需要，曾在沿海的一些地段建筑过若干军事设施，但并没有形成完整意义上的海防工程。完整意义上的海防工程，是随着明代海防问题的日益突出而逐渐出现的，它是明代沿海防御体系的重要组成部分。

一、海患与海防

随着外敌从海上侵扰的加剧，明代的海患也就变得严峻起来。明之海患最初则是由倭患引起的。

1. 连绵不断的海患与明廷的对策

明王朝建立之初，正是日本处于南北朝分裂的混战年代。混战中，不少溃兵败将与逃避征歛或失去谋生手段的人，大多逃遁海中，聚集岛上，勾结不法商人，到中国沿海地区进行武装走私与劫掠。与此同时，原来割据于沿海的张士诚、方国珍、陈友定等势力被朱元璋兼并后，也有一部分残余分子逃亡海上，勾结倭寇，在沿海地区大肆劫掠，构成明初的倭患。明廷对倭寇为患之事极为重视，采取政治、外交与军事相结合的措施，制止和打击倭寇。

洪武二年（1369年）三月，明廷派使臣杨载携诏书前往日本，通知明王朝建立之事，并晓谕日本王室，申明愿与日本睦邻相处之意。同时就倭寇劫掠明朝沿海州县之事，向日本王室提出抗议和警告：近来倭寇多次劫掠中国沿海，若坚持不改，明廷“当命舟师扬帆诸岛，捕绝其徒，直至其国缚其王……唯王图之”①。洪武三年三月，明廷又派莱州府同知赵秩，再次携诏书谕劝日本良怀国王革心归化。良怀国王于洪武四年十月，派日僧祖来至明廷奉表称臣，朝贡马匹及方物，送还被劫持的明、台二郡（治今浙江鄞县、临海）70余人。朱元璋遂宴请使者，并以大统历、文绮、纱罗赐赠良怀国王，以示友好。在此期间，明廷在军事上采取了有力的配合措施，于洪武二年夏，命太仓卫指挥佥事翁德率领官军，严惩劫掠崇明的倭寇，生擒数百人，斩获甚众。此外，明廷还采取多种备倭、剿倭、捕倭措施，倭寇的劫掠之势有所遏制。

朱棣称帝后，亦如洪武帝之法，在政治与外交上实行对日友好与促日捕倭，以及狠狠打击来犯倭寇相结合的方针，收到了一定的效果。到永乐九年（1411年），日本源义持国王对明廷的态度逆转，倭寇活动又趋频繁。永乐十七年六月，辽东总兵官刘江率领明军，在望海埚全歼倭寇2 000余人。此后百余年，倭寇在海

① 《明太祖实录》卷三九，洪武二年二月辛未，《明实录》二，第0787页。



上无大侵犯。

天顺年（1457—1464年）以后，由于沿海承平日久，海防松弛，倭患渐增，到嘉靖前期，倭患日趋严重。明廷于嘉靖二十六至四十五年（1547—1566年）采取以武力围剿与政治措施相结合的方针，基本上荡平了倭患。

15世纪末至16世纪初，欧洲殖民主义扩张势力开始东侵，葡萄牙、西班牙、荷兰等殖民主义者自嘉靖年起，相继侵掠我国东南沿海。其时，明王朝已由盛转衰，入侵的西方势力与倭寇，一并成为威胁明王朝的海患。在明军官兵的反击下，侵略者虽然受到了一定的抵制与打击，但也留下了后患。

2. 明廷的海防战略

明代的海防战略基于积极防御，在各个时期的具体内涵则有所不同。

朱元璋在建明之初于政治、军事上采取“睦邻自固”的战略方针，反映在海防战略思想上，是要在沿海各冲要之地，建立起一个“陆聚步兵，水具战舰”[①]的陆上坚守与近海巡剿相结合的防御体系。与此同时，明廷还在沿海地区实行严厉的“海禁”政策，规定任何人不准私自下海，违者重罚。这种海防战略思想，带有稳慎保守的色彩。这是由当时政治、经济、军事等客观条件决定的：在政治上，要整顿元末的混乱政局，杜绝各种反明势力从海上渗入大陆，以免危害其加强中央集权的政权建设；在经济上，当务之急是要发展社会生产，为巩固政权提供比较雄厚的物质基础，以免财源从海上流失；在军事上，重点是防范元残余势力的卷土重来，在军力、物力、财力的制约下，海防建设只能偏重于守，辅之以剿。由于洪武朝廷重视海防建设，各项措施得力，故倭患没有扩大蔓延，并得到了一定程度的抑制，说明当时海防战略收到了明显的效果。但是，也由于实行禁海政策，裁撤了对外贸易机构市舶司，限制了同一些国家交往次数和路线，影响了当时沿海人民的谋生之计，对沿海地区的经济、文化发展产生了一些消极的影响。在军事上也缩小了海防的纵深，不能有效地控制沿海的岛屿。

朱棣称帝以后，由于社会经济的恢复与发展，同东南亚海洋国家的交往日渐增多，因此洪武时期海防战略中的禁海部分需要调整，宽弛海禁势在必行。朱棣除了在沿海增驻守备部队，改善防御工事外，为了满足近海巡逻与出海剿捕倭寇的需要，还大量建造战船，发展水军，使明军不但有雄厚的兵力，能在陆上守点防倭，而且又能进行海上机动作战，把沿海防御战线从陆上推进到海中，形成了发展水军、廓清海疆、巩固海防的战略。朱棣组建远洋舰队，派郑和出使西洋，其目的虽然出于国家安全的需要，但此举却发展了同西洋各国人民的友好往来，铲除了一些危害西洋诸国的祸害，提高了明朝的国际声誉，招抚了逃亡于海岛的流民，袭剿了盘踞海中的寇盗，拓清了海疆，巩固和发展了沿海地区的安定。

嘉靖年间（1522—1566年），在倭患猖獗之际，欧洲的葡萄牙等殖民主义者也开始侵掠我国沿海，强租澳门。明廷朝野上下，文臣武将，纷纷著书立说，论述海防之事。其中以郑若曾所著的《筹海图编》，对明廷这一时期的海防战略概括得较为全面，即为“御海洋，固海岸，严城守”。他主张国家要采取多层次的防御措

① 《明史》卷一二六《汤和传》，《明史》十二，第3754页。



施，对海上入侵之敌，首先要以强大的水军将其击退于海上，不让敌人直抵近海。其次要加强海岸的守备，不让窜入近海的敌人登陆。其三是在沿海的州县城池，建立坚固的城防体系，做到攻防结合，打退敌人的进攻。其四是从总体上建立海洋、岛屿、近海、沿岸、城镇为一体的多层次海防体系，采用陆海策应，水陆夹击，各部协同，军民协力的战法，全歼海上入侵之敌。嘉靖年间的倭患得以平息，大抵同这一战略方针的指导有关。

嘉靖年以后，倭患基本平息，明廷的海防渐趋松弛，荷兰殖民主义者乘虚而入，先后于万历三十三年（1604 年）与天启二年（1622 年），两次侵占澎湖，但被明军逐出。崇祯六年（1633 年），荷兰人虽然侵占了台湾，但他们用武力打开中国大门的企图，却始终没有得逞。

二、海防建设

明代的海防建设主要包括建设沿海守备部队，建筑海防工程以及建造战船等（建造战船见下一章）。

1. 建设沿海守备部队

明初驻守沿海部队的基层单位是卫、所，它们分别隶属于各都司，上统于五军都督府。其中大多在建明之初就被分驻于沿海各地，其后又有扩充。扩充的方式有多种：其一是在设卫筑城时，即随之调配兵员，编成新的建制，据城以守；其二是将张士诚、方国珍残余兵勇，编入沿海卫所；其三是采用籍民为军的方法，扩充沿海卫所兵力；其四是将无田无粮之民，编配各卫所为军；其五是将近海岛屿无定居的蜑户（捕捞水产的民户）编为水军，分隶水军各卫；其六是采用民户三丁取一的方式，抽取兵员戍守沿海。除了扩建沿海卫所与充实卫所兵力外，明廷还于洪武七年（1374 年）任命明将吴祯为总兵官，统领广洋、江阴、横海、水军等四卫水军，并节制在京（今南京）及沿海各卫驻军，于每年春天派舟师出海巡逻，分路防倭，秋天还归各卫①。从而使明初守备沿海的军队具有统一指挥与分海域守备相结合，机动巡剿与近岸歼击兼备的特点。

经过洪武一朝 30 多年的组建与调配，沿海一带的卫所驻军，已形成比较完备的指挥系统。朱棣临朝后，为适应建立两京制形势的需要，又对原有的驻军分布，作了相应的调整。其重点是增加和调整环渤海湾地区的卫所驻军，以拱卫北京。自永乐至宣德年间（1403—1435 年），在北京的东北方向加强辽东半岛沿海的守备部队，任命辽东总兵官刘江指挥沿海卫所驻军，相继剿捕来犯倭寇。在北京的东方左右两侧，增建抚宁卫（治今河北抚宁北）、天津 3 卫等 6 卫 1 所。在北京东南方向的山东半岛沿海地区，建立即墨营、登州营（治今山东蓬莱）、文登营，三营互成犄角，下辖 24 所，上受备倭都司节制。

在山东半岛以南的沿海地区，永乐朝廷也仿照辽东镇设立总兵官的制度，分别委任总兵官率军屯驻要地，指挥所辖地区的备倭、剿倭之事。其中总兵官李彬率部在沙门岛（今山东长岛西）至南直隶淮安沿海备倭，总兵官罗文率部在苏州至浙江沿江沿海备倭，总兵官张真率部在福建至广东沿海备倭。上述沿海各分区

① 《明史》卷一三一《吴祯传》，《明史》十二，第 3841 页。



的守备部队，统一由李彬指挥。永乐朝廷在沿海全面推行总兵官制度，以各总兵官分段守备各海区，由李彬统一指挥的块式指挥系统，完全取代了洪武朝廷以五军都督府、都司指挥的条式指挥系统，这是对沿海守备部指挥系统的一大改革①。建立总兵官指挥系统后，使沿海划分为辽东、南直隶、浙江、福建、广东5个区段，形成了分区守备，统一指挥的态势，与长城的“九镇”指挥系统颇有类似之处。这种指挥系统既便于平时的分区守备与训练，又便于战时的分区作战与各区协同，更有利于海上巡逻与机动作战，为更有效地歼灭海上入侵之敌创造了有利的条件，也为以后分区段守备沿海提供了经验。

嘉靖中期开始，明军一些将领针对沿海一些区段的卫所驻军形同虚设，失去海防作用时，即改革军制，招募兵员，组建新型的海防部队。其中尤以嘉靖三十五年（1556年）戚继光招募组建而成的“戚家军”最具代表性。该军由青年矿工与农民4 000多人编成，按营、总、哨、队、什的序列进行编制，其指挥官也改称总督、总兵、参将等。这支军队的士兵体格强壮，勇于战斗，组织严密，训练有素，指挥官也都知文通武，胸怀韬略，身先士卒，战斗力较强。之后又按营、哨、甲编练成水兵宫，练兵于海上。与此同时，谭纶、俞大猷等，也按同样方法，编练成陆、水军兼备的沿海守备部队。他们又把南直隶、浙江、福建、广东4个海区，各划分2～4个分区，由总兵、参将、把总分守。由于这种编制便于统一指挥，协同作战，所以取得了嘉靖后期平定沿海倭患的胜利。

2. 建筑海防工程

建筑海防工程是明代加强海防建设的重要措施之一。明王朝建立后，朱元璋就曾多次进行大规模的海防工程建设。洪武三年（1370年）十一月，命曹国公李文忠在浙江建筑钱塘、海宁、杭州、严州、崇德、德清、金华等7座卫城及衢州守御千户所1座所城②。洪武十九年，信国公汤和至浙江后，先后筑城59座③。洪武二十四年四月，江夏侯周德兴至福建后，相继筑城16座，增设巡检司45个④。洪武二十五年十一月，又建莱州卫八总寨、宁海卫五总寨以备倭⑤。据不完全统计，洪武一朝在沿海各地建筑了58座卫城、88座所城：其中辽东8卫、1所，北直隶1卫，山东10卫、5所，南直隶（含沿江）9卫、10所，浙江11卫、30所，福建11卫、13所，广东8卫、29所⑥。若再加上200处左右的巡检司，以及堡、关、寨、烽堠、墩台等1 000处的建筑工程，则在沿海形成大小相间，星罗棋布，延绵相续，点线结合的海防体系，成为18 000多千米海防线上的沿海长城，对于防御与打击倭寇的侵扰，起到了一定的作用。

永乐年间，又增筑了各种类似的海防工程。如永乐二年（1404年）七月，浙

① 洪武朝廷虽曾在洪武七年（1374年）任吴祯为总兵官，统领广洋、江阴、横海、水军等四卫水军，并节制在京及沿海各卫驻军，于每年春秋出海巡剿，但其建制归属各都司。

② 《明太祖实录》卷五八，洪武三年十一月壬子，《明实录》二，第1143～1144页。

③ 《明太祖实录》卷一八七，洪武二十年十一月、己丑，《明实录》四，第2799页。

④ 《明太祖实录》卷一八一，洪武二十年四月戊子《明实录》四，第2735页。

⑤ 《明太祖实录》卷二二二，洪武二十五年十一月乙酉，《明实录》四，第3244页。

⑥ 洪武年间建筑的卫、所城数，主要取材于《明太祖实录》、《明史·地理志》、《读史方舆纪要》及一些地方志。



江定海卫的新塘建筑了烟墩①。次年八月，定海卫的霩衢千户所建筑了一座所城②。永乐十年，平江伯陈瑄在嘉定的青浦（今上海市高桥），用人工堆成一座90米高的土山，上建烽堠。永乐十五年十二月，浙江的海宁、金乡、松门、海门、昌国、定海等卫，增建了72座烽堠③。最著名的则是永乐十七年，在金州卫东南约35千米的望海埚所建筑的石城。望海埚守军以其为依托，于当年六月，全歼2 000多来犯的倭寇。

自嘉靖至明末（1522—1644年），明廷又在沿海各区段修筑与增筑了各种海防工程，提高了海防工程的密度，在抗击海上入侵之敌的作战中，发挥了重要的作用。

明代除在沿海建筑海防工程外，还在沿海的纵深地区，以及重要的珠江、闽江、钱塘江、甬江、长江等重要江河的入海口，建筑各种守备工程，在抗击外敌入侵中，起到了策应、支援与协同作用。

三、海防工程的类型

明代的海防工程可按其建筑地域、军事用途、建筑形式，分为岛上城寨、海岸城池、海岸碉台、海岸纵深内的守备工程、江河入海口及沿江的守备工程。

1．岛上寨城

为了使沿海附近的岛屿不受敌人的侵犯或不被敌人据为巢穴，明廷十分重视在岛上建筑守备工程“寨城”。洪武二十一年（1388年）十一月，朱元璋采纳山东都指挥使周房（《续文献通考》卷132作周彦）的建议，在山东莱州（今山东掖县）设立了八总寨，在宁海设立了五总寨，分别建立了寨城④。万历年间，明廷在神州海坛山（今福建平潭）、浙江陈钱山（今浙江定海东北海中）、金塘山（今浙江温州东南海中）、玉环山（今浙江玉环）、南麂山（今浙江温州东南海中），分别建筑了寨城。天启年间，明廷在澎湖建筑了澎湖城，在辽宁觉华岛（今辽宁兴城菊花岛）建筑了觉华岛城，在辽宁葫芦套（今辽宁葫芦岛）建筑了葫芦套城。其中宁海五总寨建筑的寨城尤具代表性。

宁海五总寨包括福宁（今福建霞浦）的烽火门、福州的小理澳、兴化的南日山、泉州的浯屿（即金门）、漳州的西门澳（即铜山）。到嘉靖时期，五总寨又进行改建与扩建，建有水寨、城寨、瞭望台、烽堠、营舍、操场、船坞、码头、环岛的陡坝、岸堤或石墙、炮台、碉堡等守备设施，不但具有环形守备的自卫能力，而且成为守备附近海岸的前哨阵地。

觉华岛城建于觉华岛上的王八脖子山上，呈正方形，南北长210米，东西宽17.7米。城墙原为砖石包砌，现只存版筑夯土墙，残高8米、基厚9米、顶部残壁厚1.2米。南北两面各开一门，北门临深海，可泊船只。北距海岸五城子9千米，互为策应。城内现有三座建筑遗址，似为当年所建的粮仓。全城有重兵守卫。城上备有檑石、大斧、铳炮、手投式爆炸弹“灰瓶”。城外备有火炮，埋有地雷，

① 《明太宗实录》卷三二，永乐二年七月辛丑，《明实录》六，第0575页。

② 《明太宗实录》卷四五，永乐三年八月辛未，《明实录》七，第0704页。

③ 《明太宗实录》卷一九五，永乐十五年十二月，《明实录》八，第2051页。

④ 《明太祖实录》卷二二二，洪武二十一年十一月乙酉，《明实录》五，第3244页。



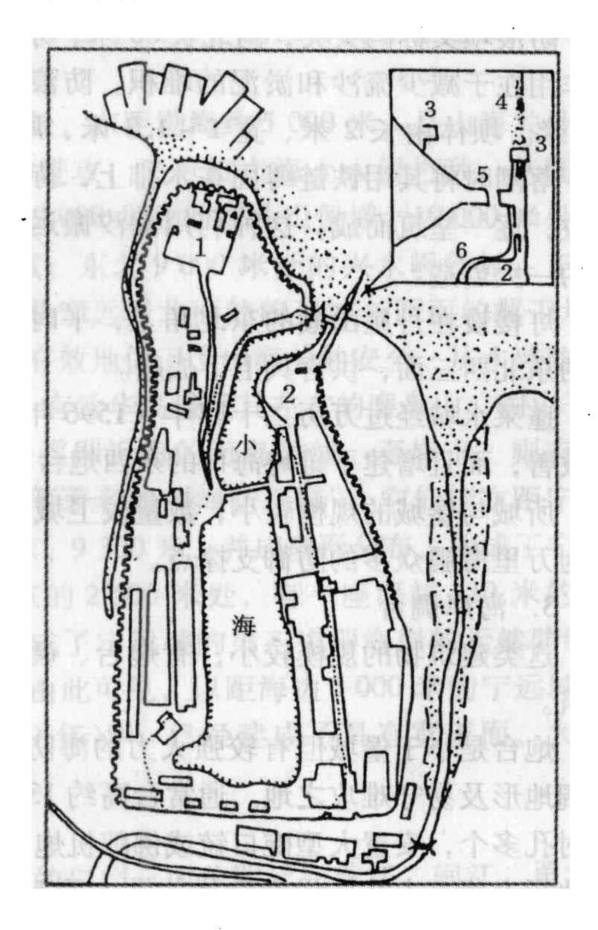
具有较强的独立作战能力。

2. 海岸城池

海岸城池有卫城与所城，可视为“沿海长城”的关城，是控制海口与陆上要路的重要海防工程。明代在沿海建筑的卫城甚多，其中最具代表性的有两座，其一是威海卫城，其二是蓬莱水城。

威海卫地处山东半岛的东北部，与辽东半岛南端的金州卫隔海相望，是雄踞渤海口门的锁钥，也是明初倭患频繁的地区之一。永乐元年（1403 年），明廷在清川城的旧址上，扩建为方形的威海卫城，城墙周长 1 020 米、高 9 米、城根壁厚 6 米，四面各开一门，城基以条石垒筑，上砌城墙，城墙上有女墙与雉堞、马面战棚等设施。城门两侧与城墙拐角处筑有登城的兵马道。城外有宽 4.5 米、深 2.6 米的护城河环绕。城池正面临敌的高地，筑有大型铳炮架。附近有瞭望台与烽堠台，是明代前期建筑的一座具有较强守备能力的卫城。

明代后期沿海卫城的建筑技术，当以蓬莱水城（图 2－7－7）为最。蓬莱水城位于登州卫卫治（今蓬莱县）所在地的西北，与辽东半岛的金州与庙岛群岛隔海相望。洪武九年（1376 年），明廷于北宋“刀鱼寨”的旧址夯土筑城，将其建成水军基地。万历二十四年（1596 年），又将夯土墙体用砖石包砌，使整个基地成为一座由城墙、水门、小海、炮台、敌台、平浪台、码头、灯楼、防浪坝与蓬莱阁等构成的水城。成为一个坚固的海岸防御阵地与山东沿海驻军的指挥中心（照片 23）。



1. 蓬莱阁　2. 平浪台　3. 炮台
4. 防浪坝　5. 水门　6. 码头
图 2－7－7　蓬莱水城
（采自《蓬莱水城》）

城墙依丹崖山山势而筑，北墙长 300 米，雄踞山上，下临珠玑岩，陡壁悬崖，自成天险。在山巅上的城墙，构成蓬莱阁的外墙。西墙长 850 米，沿丹崖山脊蜿蜒南下。南墙长 370 米，东墙长 720 米，都建在平地上。全城平面呈不规则几何图形，周长 2 240 米，平均墙高 7 米、底墙壁厚 12 米、顶墙壁厚 8 米。基部用石块砌至 1.7 米，以上用砖包砌。墙内用土夯实，夯层一般为 30 ~40 厘米。城顶外沿建有女墙、垛口，开有望眼与射孔。城墙内侧有登城梯道。南北两面城墙开有城门，南门开于南墙东端，称振扬门或陆门。门柱用砖石砌筑，高 5.3 米、宽 3 米、进深 13 米，拱形圈券顶，上建双层城楼。北门开于北墙东端，称关口或内门。两侧砌筑 11.4 米高

的门垛，分别与东、西墙体相连，两垛的间距呈上宽（11.4 米）下窄（9.4 米）的梯形。门垛内侧有 33 厘米、宽 25 厘米深的沟槽，可起落闸门。闸门为栅形，用大木制成，外包铁皮，开时开启，夜晚或战时闭落。

小海是城内水域，本是画河入海口。万历二十四年改建水城时，将其改绕水城外入海，并疏浚扩大为城南与城东的护城河。小海南宽北窄，面积约 70 000 平方米，占水域面积的一半，平时供水军操练，战时由水军乘船入海歼敌。

两座炮台与 3 座敌台增建于万历二十四年，现仅存 1 座。两座炮台比城墙高 2.5 米，分别建于水门外东西两侧，距水门约百米，既能控制海面，又能扼守水门。敌台建于西城墙上，台身骑墙。前面宽 6.2 米，向城墙外侧突出 5.5 米。后面宽 7.4 米，向城墙内侧突出 6.2 米。台上筑有女墙与雉堞，控制水门西侧。

平浪台建筑于水门内侧南的 50 多米处，高与城等，可削弱进入水门的风势，使小海内常年保持风平浪静的状态。

防浪坝又称码头夹，南北长 80 米，东西宽 15 米，涨潮时坝顶也能露出水面，其作用在于减少流沙和淤泥的堆积。防浪坝一端连接东炮台，另一端向海中延伸 100 米。坝体由长 2 米、宽 1～1.3 米、厚 80 厘米的大石块筑成。石块采自珠玑岩，落潮时将其用铁链缚固在木排上，待涨潮时再浮运到坝址，等再落潮时安放到位，逐一垒筑而成。这种利用潮汐搬运重物与筑坝的方法，是我国古代劳动人民的一大创造。

灯楼设在丹崖山巅的东北角上，平时用于导航，战时用于瞭望。码头建于小海的东北西三面，供官兵上下战船。

蓬莱水城经过万历二十四年（1596 年）的扩建，不但使基础设施得到了很大的改善，而且增建了雄峙海口的东西炮台，成为当时设防先进的沿海军事要塞[24]。

所城与堡城的规模较小，数量较卫城更多，它们与卫城相间配置，连绵相续，成为万里海疆众多的防御支撑点。

3. 海岸碉台

这类建筑物的规模较小，有炮台、碉楼、墩台、烽堠等名称，沿海各地多有建筑。

炮台是小于堡城但有较强火力的海防工程。多建于海岸、海口或重要地段的开阔地形及易守难攻之地。通常台高约 13～16 米，内分三层，每层四面都开有大小射孔多个，安置大型碗口铳或佛郎机炮。① 底层开一个门，供士兵出入。二三层的地板上留有方孔，设置软梯，供士兵上下。顶部四周建有女墙与垛口，便于俯击来犯之敌。每座炮台的周围建有一道围墙，墙外挖有一道环护壕沟，并在开门的一面设置吊桥，平时便于士兵出入炮台，敌人来犯时即抽起吊桥，将敌人阻隔于壕外。

碉楼也称碉堡，实际上是一座小型炮台。福建、浙江与南直隶（约当今江苏沿海）多有建筑。通常是在比较坚固的民居外围，建筑一道石砌围墙，墙高 4 米、

① 大致在嘉靖年以前安置大型碗口铳或铳炮，如在当年莱州卫驻地常挖掘出长 63 厘米、口径 23 厘米、重 73.5 千克的莱州卫大铜炮。嘉靖年以后佛郎机大量使用，将其安于炮台内则是理所当然之事。



墙根厚2.5～3米、墙顶厚1.5米，四壁开有射孔，供铳炮射击。墙壁只开一门，供人员出入。碉楼虽小，但若与邻近各碉楼互相联络策应，也能起到应急性的守备作用。

墩台与烽堠通常用土夯筑，内外壁用砖包砌。墩台主要用于防守、警戒与联络。墩台与烽堠一般每隔1.5千米建筑1座。由于沿海潮湿多雨，柴草难以燃烧，故常在烽堠台旁增几处草屋，内贮柴草。若敌人在阴雨天来犯，即点燃屋内柴草，迅速发烟报警。墩台与烽堠的守备士兵，都由附近的卫所节制。

4．海岸纵深内的守备工程

完整意义上的海防工程系统，除了上述岛上寨城、海岸城池与碉台外，还应包括近海的省会、府治、县治、关隘、重要集镇（辽东镇所辖地区则应包括相应的镇城、卫城、所城、关隘、重要集镇）所建筑的城池。只有这样，才能形成三位一体的海防工程体系。明代的海防工程，经过多年的建设，基本上形成了这种体系。以辽东镇所统辖的宁远卫（治所在今辽宁兴城）地区海防工程建设的状况为例，便可充分说明这一点。

宁远卫城位于山海关东北约100千米处，东距渤海约5 000米，是山海关外第一座近海之重城，既可抵御陆上后金军的进攻，又可抗击海上入侵之敌。从陆路防御工程看，其北面筑有多座堡城；西北9 000米处的寨儿山堡城、10 000米处的北塔峪堡城；正北10 000米处的灰山堡城；东北9 000米处的兴水岘堡城；正西15 000米处筑有小团山堡城。它们实际上是宁远城北面的前卫城与西面的翼卫城，与宁远城构成了9～15千米纵深的防区，有效地保卫了山海关的安全。从水路防御工程看，距宁远城东南约14千米的海中，有觉华岛城及其左右的磨盘山、阎山子、张山子等小岛，共同构成了宁远城的第一道即近海的海岛防线。至岸上，则有头城子、二城子、三城子、四城子、五城子等著名的“海防五城”，它们依次距宁远城1 400米、2 000米、1 500米、3 500米、9 300米，并成扇形分布，构成了宁远城的第二道即海岸的城池防线。宁远城东的2 500米处，有一座海拔330米的首山，地势险要，居高临下，易守难攻，构成了宁远城的第三道即海岸的天然防线，它既可控扼辽西走廊，又可屏障宁远城。由此可见，以距海边5 000米的宁远城为指挥中心的守备区，至崇祯十二年（1639年）①，已经建成了具有宽正面、大纵深、陆海兼备、三位一体的海防工程体系。

5．江河入海口及江防工程

江河入海口是海上入侵之敌闯入内地的口门，因此明廷在珠江、闽江、甬江、钱塘江、长江等入海口，以及各沿江要地，建筑海口及沿江防御工程，设置卫所，屯驻水师，抵御及反击入侵之敌。其中尤以长江入海口及沿江要地所建筑的防御工程最具代表性。

长江是我国第一大河，全长6 300千米，是明代南京之门户及江防的重点，郑若曾为此专著《江南经略》一书，对长江的江防作了全面的论述。他认为：

> （江防的守备，以）遏寇于江海之交，勿容入江，是为上策；截杀于江中

---

① 据《明史》卷二五九《范志完传》称：“明年（崇祯十二年）正月……志完乃筑五城宁远南。”



关隘，使贼不得溯流而西，是为中策；若纵之过金、焦、砦诸山，震惊留都（即南京），罪在不原①。

明廷在长江沿岸建筑的江防工程，除在长江入海口密植木桩、设置水雷，在海滩上埋设地雷，派遣岸防兵与水军依托岸防工程守备外，还在沿江构筑四道防线。

第一道防线是在长江南岸的吴淞口岸、宝山、璜泾各建筑一座所城，在太仓建筑一座卫城，在崇明岛建筑一座所城；在江北岸的海门建筑一座卫城，并以重兵扼守崇明岛两侧的入江水道，击敌于入海口之外，防止敌军闯入长江。

第二道防线是长江南岸的福山（今江苏张家港东南 25 千米）并与对峙于北岸的狼山（今江苏南通市东南 20 千米），分别建筑堡城与所城，同时在两岸设置绵延相续的烽火台，以控制两岸的浅滩与较宽的江面，以便将闯过第一道防线之敌击退或歼灭。

第三道防线是在江南环抱江阴的定山等诸山及突入长江的黄山，与对岸的靖江，各自建筑城池、敌台等江防工程，驻守岸防兵与水师，守备宽仅 1 500 米的江面，成为长江中继吴淞口之后的又一道“江海门户”、“锁航咽喉”，可击退或歼灭闯过第二道防线之敌。

第四道防线是在江南岸镇江的圌山及其以北 2 000 米中的顺江州（后改名为太平州），与顺江州以北 3 000 ~ 4 000 米的江北岸周江桥跨江一线，建筑江防工程。其中圌山建有城池、炮台，驻守水师，并在顺江州、周江桥扼要之地建筑江防工程，以扼锁顺江州两侧的狭小江面，将闯过第三道防线之敌击退或歼灭。

上述长江四道防线，对于保卫长江下游两岸与南京的安全，起到了一定的作用。

四、火器创新成果的运用与城守理论的发展

明代建筑的城防、边防、海防、江防工程，都已考虑到了对新型火器的使用，这一点不仅表现在前面已经提到的明代前朝对大型铳炮的使用方面，而且更为突出地表现在明代嘉靖年以后对佛郎机炮与红夷炮的使用方面。以城防火器为例，据《全辽志》记载，嘉靖三十九年（1560 年），辽东镇的辽阳、广宁、义州、宁远、沈阳、锦州、前屯、铁岭等 8 座主要城池，已装备佛郎机炮 1 481 门，占装备火炮总数的 78.5%。其中广宁城已装备佛郎机炮 766 门，占装备火炮总数 772 门的 99.2%，位居各城之首，说明该城的城防火器，已经基本被佛郎机炮所取代②。又据《明会典·火器》记载，隆庆元年（1567 年），明廷为加强北京城防，决定在东面的广渠门、东便门、朝阳门、东门，以及北面的安定、德胜门，各增配 20 门中样佛郎机炮③。到崇祯年间，由于红夷炮的大量制造，城防火器中红夷炮的使用日渐增多。据《蓬莱县志》记载，当时登州（今山东蓬莱县）的东、西、南、北四门，在崇祯十年（1637 年）前已经分别贮存了 4 门、3 门、1 门、4 门红夷

① 明·郑若曾撰：《江南经略》卷一上《兵务举要·江防》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 6 页。

② 明·李辅重修：《全辽志》卷二《兵政》，第 67 ~ 70 页。

③《明会典》卷一九三《军器军装二·火器》，《明会典》，第 977 页。



炮①，是当时装备红夷炮最多的一座县城。据考察，崇祯五年前，登州系徐光启的学生登莱巡抚孙元化所驻守，徐光启曾往登州调拨大量火炮，供练兵与城防之用。崇祯五年正月初三，孙元化的部将孔有德与耿仲明叛明降清，攻占登州，城中所贮包括红夷炮在内的300多门火炮，尽为后金军所有。见于记载的12门红夷炮则是其中的一部分。

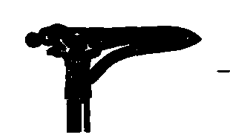
随着火器制造与军事工程技术的提高，明代后期的城守理论也有了相应的发展。明末军事技术家李之藻在《谨循职掌议处城守军需以固根本疏》② 中，对此理论作了深入的探讨。他认为，御敌之计在修城防，备兵器。修缮城防不仅是为了婴城固守，而是要与兵器相配合，反击攻城之敌。守城兵器必须要火器与冷兵器兼有，攻与防结合。为此就要做到以下几点：其一是要以火炮为主，毒弩、劲弓为辅，袭击数百米之敌，使其不得近城；其二是以炸炮、火铳、滚木、檑石、刀斧、撞车杀伤敌军，使其不能逼城；其三是以预设之钉板、蒺藜阻敌行动，迟滞其进攻；其四是以佛郎机炮布设于城上马面战棚和垛口处，射击攻城之敌；其五是贮备灭火器材，以防火攻。此外，李之藻还对京城九门与重城七门配备的兵器作了精确的计算与具体的部署。他认为：要确保京城的安全，必须贮备160 000千克枪用火药与炮用火药、320扇钉板、4 800个炸炮、64 000个铁蒺藜；在城楼与角楼的156个箭窗处，装备佛郎机炮与鸟枪；在27 777个垛口中，装备1 608门佛郎机炮、11 913支鸟枪、1 184门虎蹲炮、592 000支火箭，以及各种配套装备的冷兵器。

明代后期，以戚继光、郑若曾、徐光启、李之藻、孙承宗、袁崇焕、孙元化等人为代表的统兵将领与军事工程技术专家，在继承前人与吸收外来军事工程技术的基础上，敢于革故创新，在内地城邑、北方长城、沿海要塞的新建、改建与扩建过程中，取得了许多创造性的成果，把中国古代城墙城池建筑技术，提高到一个新的发展阶段，并以城墙城池为依托，运用火器的最新成果，取得了巩固多民族国家的统一与反抗外来侵略的许多胜利，为中华民族的历史发展作出了重要的贡献。

---

① 清·王文焘撰：《重修蓬莱县志》卷四《武备·军器》，清道光十九年版，第11～13页。

② 明·李之藻撰：《李我存集》卷一《西铳》，《明经世文编》六，第5326～5329页。



第八章
战船建造与水军工程

明代之有战船，始于元末农民大起义之时。其时江南群雄并起，建造各型战船，互相耀武江上，对阵海中。其中朱元璋领导的一支起义军，在至正十五年（1355 年）收编了巢湖地区起义军首领俞廷玉、俞通海父子与廖永安、廖永忠兄弟的上千艘战船，为朱元璋建立水军与进行水战奠定了物质基础。朱元璋所部跃过长江后，又在兼并群雄、统一江南的各次战争中，先后缴获了陈友谅、张士诚、方国珍、陈友定等部的各型战船。其中有陈友谅所部水军命名的混江龙、塞断江、撞倒山、江海鳌等楼船，以及蒙冲、斗舸等各型主力战船，它们的形制构造与建造技术，大致与宋代的同类战船相似。明朝建立后，即由工部下辖的都水清吏司职掌全国各地船厂的战船建造之事。

第一节　战船建造

有明一代，海上军事活动频繁，海防问题突出，战船（含运粮船、运马船等多种用途的军用船）建造则成为海防建设的重要组成部分，战船建造场遍布于沿海、沿江各要地。

一、战船建造厂

明代的战船建造厂大致分为两大系统：其一是由工部都水清吏司统属的南京龙江造船厂、清江造船厂、卫河造船厂等战略性战船建造基地；其二是一些地方布政司和府设立的造船厂，由参政或参议兼管，无定制。至于沿海各都司与卫所建造的战船，或由军内“各便地方，差人打造”，或按所造战船需要的工料，拨物拨款，交付地方造船厂建造，两者似兼而有之。

1．龙江造船厂

龙江造船厂是直属工部的战船建造厂，由都水清吏司直接管辖，创立于洪武初年。据《龙江船厂志·建置志》记载：“洪武初，即都城西北隅空地开厂造船，其地东抵城壕，西抵秦淮街军民塘地，西北抵仪凤门第一厢民住官廊房基地（阔一百三十八丈），南抵留守右卫军营基地，北抵南京兵部苜蓿地及彭城伯张骐（此字原文不清，《明史·表第九·外戚恩泽侯表》为骐）田（阔三百五十四丈，阔原为深，似误，故改）[①]。由此可见，该厂约相当于今南京汉中门与挹江门之间的一带地区，靠近长江边。

厂的行政机构为龙江提举司。司设正八品提举 1 人，正九品副提举 3 人，典史 1 人未入流。正德十三年（1518 年），裁撤副提举与典史各 1 人。嘉靖七年（1528 年），只保留提举 1 人。提举专掌战船、巡船之政令，每月初一与十五日，向南京

① 《龙江船厂志》卷四《建置志》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第 532 页。



中军都督府与操江都察院汇报请示工作。副提举协助提举工作。典史职掌厂内公文往来收发之事。全厂的办事机构为帮工指挥厅，厅设帮工指挥千户、百户各1人，每5年考核选拔一次，由清廉勤奋者充任，受中军都督府与操江都察院约束，主要督率驾船官军在厂协济小工。战船建成后，要统计上报中军都督府与操江都察院，听候验收与调拨①。

厂内工匠招募自浙江、江西、湖广、福建、南直隶等地临海滨江府县的居民，初有400余户，隶籍于提举司，编为四厢，厢设厢长1人。第一厢为船木梭櫓索匠，第二厢为船木铁缆匠，第三厢为艌匠，第四厢为棕蓬匠。每厢下编10甲，每甲设甲长1人，统10匠户。又从400余匠户中选择丁力有余、行为端正的45人当作头，在技术上督促与检查工匠的工作，分布于各工种之中。其中木作、艌作各4人，蓬作、索作各2人，铁作、缆作、细木作各1人。此外，厂内还要奉工部之命派出造船工匠至其他部门充当工役，如充内官监匠38人、御马监匠4人、丁字库匠3人、宝船厂匠2人、酒醋面局匠3人、后湖水夫74人、看料匠丁20人、更夫15人、轿夫4人、脚头1人，共170人。他们或完工后返回厂内，或常年充役不回。除固定的造船匠外，还招用一些船户驾船，招用一些佃户充当船厂起船、出船、车水、作坝等临时杂役。从工部其他所、局调配一些工匠，参与完成新增造战船之工役。这些工匠被称为上作头，以便与厂内之作头有所区别，其中搭罩蓬作3人，旗作、油画作、鼓作、铜作、绦作、铸作、蛔壳作、穿椅作、贴金作、缨作、旋作各1人，箍桶作2人，共16人②。

厂内建有提举司堂、寝、庑、门、帮工指挥厅办公用房，以及蓬厂、细木作、油漆作、艌作、铁作、索作、缆作、看料铺舍等房舍③。

船厂对于进料、管料、用料、成品检验、财务收支等，都有严格的制度、明细的规定，违者要受到处罚④。

上述情况说明，龙江造船厂具有规模宏大，机构健全，指挥畅通，分工明确，制度严密，要求严格等特点，是我国14世纪末叶创办的典型作坊式大型战船建造厂。该厂创办后，即由工部直接掌握。到永乐年间，因郑和下西洋所乘宝船在该厂建造，故又被称为宝船厂。学术界对宝船厂的遗址尚有分歧。一种意见认为不是龙江厂遗址而是在其西侧。本文认为前说似较可信。因为在《龙江船厂志・训典志》中有永乐五年造船“备使西洋诸国”的记载。又因为茅元仪在《武备志》卷二四〇中所列的“郑和航海图”，其全名为“自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸藩图”，图名似指宝船厂设在龙江关。永乐十九年（1421年），朱棣因北京皇宫奉天等三大殿发生火灾，内心惶惧不安，故下令停造宝船。郑和第六次下西洋结束后，即留在南京。朱棣死后，朱高炽即位，重申停造宝船之令。此后，龙江造船厂便遂行一般的造船任务。

---

① 《龙江船厂志》卷三《官司志》,《中国科学技术典籍通汇・技术卷》一，第528页。

② 《龙江船厂志》卷三《官司志》,《中国科学技术典籍通汇・技术卷》一，第529~531页。

③ 《龙江船厂志》卷四《建置制》,《中国科学技术典籍通汇・技术卷》一，第535~536页。

④ 《龙江船厂志》卷五《钦财志》、卷六《孚革志》,《中国科学技术典籍通汇・技术卷》一，第536~549页。



2. 清江造船厂

清江造船厂创建于永乐七年（1409年），遗址在今江苏省淮阴与淮安之间，其规模仅次于龙江造船厂，隶工部都水清吏司，厂设提举司，造船主事由工部选派，设有京卫、中都留守司、江南江北直隶等4个总厂，管辖82个分厂，有3 000多个工匠。主要建造浅船与遮洋船等两种粮船，为北京、通州、蓟州、天津漕运仓粮。造船数量历年有所不同，按《明会典》的概略记载：大致在正德年以前，每年造浅船533只，遮洋船35只，共568只；嘉靖年以后，每年造浅船628只、遮洋船52只，共680只①。

3. 清河造船厂

清河造船厂又称卫河造船厂，创建于永乐七年，遗址在今山东省临清市内的清河，西南与卫河相接，其规模稍小于清江造船厂，统辖于工部都水清吏司，厂设卫河提举司，厂内造船主事由工部选派，职掌船只监收督造之事。按永乐十三年的规定，"凡修理、改造南京，并中都留守司、江南江北直隶诸卫、湖广、江西、浙江三都司浅船，具隶清江提举司。北直隶诸卫、山东都司浅船并遮洋船，具隶卫河提举司……嘉靖三年，北直隶、山东都司浅船并遮洋船，具改清江提举司造。"② 上述记载说明，清江造船厂与卫河造船厂承担的造船任务有所分工，大致在正德年以前，卫河造船厂每年造浅船95只③。嘉靖三年（1524年）后，虽仍按原数量建造浅船，但已不独立承担任务而并入清江造船厂，统一完成造船任务。

4. 其他战船建造厂

除上述大型造船厂外，明廷还在沿江、沿海的不少地方，设有大小不同规模的造船厂或作场、作坊，招募当地造船工匠，建造各型战船。见于文献记载的当时沿江、沿海的造船机构有：四川的夔州（今四川奉节）；湖广的归州、夷陵、荆州、长沙、岳州、武昌、黄梅（今秭归、宜昌、江陵、长沙、岳阳、武汉、黄梅）；江西的九江、南昌、吉安；南直隶的徽州、凤阳、颍上、池州、和州、太平、宁国、安庆（今安徽的歙县、凤阳、颍上、贵池、和县、当涂、宣城、安庆）、镇江、仪真（今江苏仪征）、瓜州、扬州、泰州、淮安、徐州、泗州（今江苏盱眙）、江阴、苏州、太仓、松江、崇明、通州（今江苏南通）；广西的全州、灌阳；广东的广州、东莞、番禺、惠州、潮州、汕头；福建的漳浦、厦门、漳州、晋江、泉州、莆田、福清、福州；浙江的金乡卫、温州、乐清、临海、宁海、象山、定海、绍兴、杭州、宁波、金华；山东的济南、德州、登州府（今蓬莱）、莱州府（今掖县）；北直隶的天津；以及南直隶、北直隶、中都留守司、浙江都司、福建都司、湖广都司、江西都司、山东都司各有关的卫所等。它们或者是工部都水清吏司、地方布政司、沿江沿海都司与卫常设的造船机构，或者是招募当地工匠临时设立的造船网点，承造了数量极为可观的战船与军用船，满足了当时沿海与沿江的备倭剿倭、用兵交阯与郑和出使西洋对战船的需要。

① 《明会典》卷二〇〇《工部二十·造浅船遮洋船则例》，《明会典》，第1004页。
② 《明会典》卷二〇〇《工部二十·粮船》，《明会典》，第1002页。
③ 《明会典》卷二〇〇《工部二十·粮船》，《明会典》，第1002页。



二、战船建造的概况

明代是我国战船建造的鼎盛时期，不但数量大、类型多，而且在后期出现了外海战船的建造高潮。若从战船建造的主要特点作区分，大致可以划分为如下三个发展阶段。

1．洪武年间的战船建造

朱元璋建明以后，既要把统一战争进行到底，又要筹划海防建设，战船建造之事便日渐增多。

洪武元年（1368年）二月，北上灭元的明军已经深入山东，为保障前线明军的粮饷供给，朱元璋即命“御史大夫汤和还明州（今浙江鄞县东）造海舟，漕运北征军饷”[①]。与此同时，明军舟师在征南将军廖永忠统率下，在平定福建的陈友定势力后，又在福州从海道南下，平定广东。在作战中，除使用原有战船外，即就近增造战船。洪武四年正月，明廷决定分兵由水陆两路进攻割据于四川的夏政权。其中水路以中山侯汤和为征西将军、江夏侯周德兴为左副将军、德庆侯廖永忠为右副将军，率京卫与荆、湘（今湖北江陵、湖南湘阴、临湘）等地的舟师，溯江而上，由瞿塘趋重庆，所需战船之一部分，由湖北与湖南濒临长江的州县建造[②]。

明廷在建造战争所用船只的同时，又为加强海防而不断建造战船。洪武初年，明廷即于应天（今南京）城南新江口驻守水军13 000人，增造战船400艘[③]。洪武三年七月，明廷建水军24卫，每卫装备战船50艘，每船编旗军100名，春夏出哨，秋天回守；若船有亏损，有司补造，损坏者由驻军修理[④]。洪武五年，沿海倭患逐渐增多，“官军逐捕往往乏舟，不能追击”，故于当年八月，朝廷命浙江、福建濒海9卫，增造海船660艘。十一月，又命上述各卫建造多橹快船。洪武六年正月，朝廷采纳德庆侯廖永忠的建议，命广洋、江阴、横海、水军等四卫建造多橹快船[⑤]。洪武十七年八月，朝廷命东川侯胡海等督造海船180艘[⑥]。经过多年建造，使沿海沿江各卫所装备的战船数量续有增加，增强了出海作战的能力。洪武二十年六月，朝廷命福建、广东两都司，分别筹集战船100艘与200艘，为当年九月赴浙江沿海捕倭预作准备[⑦]。至洪武二十三年，沿海各卫每百户所与巡检司所装备的战船已增至2艘[⑧]，每卫达100艘，比洪武三年装备的战船数增加了一倍，大大改善了沿海卫所驻军装备的战船。

此外，洪武年间还建造了一些其他的军用船只。如朝廷于洪武十年令武昌、岳州、荆州、归州、各造马船50只。后又决定江西、湖广二省与安庆、宁国、太

① 《续文献通考》卷一三二《兵考·舟师水战》，《续文献通考》二，第3969页。
② 《续文献通考》卷一三二《兵考·舟师水战》，《续文献通考》二，第3969页。
③ 《续文献通考》卷一三二《兵考·舟师水战》，《续文献通考》二，第3969页。
④ 《明会典》卷二〇〇《工部二十·备倭船》，《明会典》，第1002页。
⑤ 《续文献通考》卷一三二《兵考·舟师水战》，《续文献通考》二，第3969页。
⑥ 《续文献通考》卷一三二《兵考·舟师水战》，《续文献通考》二，第3969页。
⑦ 《续文献通考》卷一三二《兵考·舟师水战》，《续文献通考》二，第3969页。
⑧ 《明史》卷91《兵三》，《明史》八，第2244页。



平三府，共造马船 817 只。广西的全州、灌阳二县造马船 21 只，供运送马匹之用[①]。在此期间，还于驻守应天的锦衣卫等 40 个卫，累计建造风快船 958 只，专供水军征进之用，后又与马船一起，供朝廷运送官物之用[②]。

2．永乐至正德年间的战船建造

这一时期建造的战船，主要用于出兵交阯（即安南）、出使西洋、备倭、运输等方面。

首先，为出兵交阯建造战船。永乐四年（1406 年）七月，朱棣因安南朝廷阴谋杀害明朝使臣，遂命新城侯张辅率领水陆大军进攻安南，于永乐五年初大败安南黎季犛军于木丸江、富良江。永乐七年五月，张辅再度率军进攻安南，在叱览山取材造舟，并于当年八月以划船、战船齐进，再次大败安南军[③]。

其次，为组建远洋舰队建造战船。朱棣称帝以后，由于社会经济的恢复与发展，同东南亚国家的交往日渐增多，这就需要建造战船，满足组建远洋舰队的需要。永乐三年，朱棣组建成第一支远洋舰队，由总兵官三保太监郑和率领，开始进行第一次大规模出使西洋各国的活动，至宣德八年（1433 年），前后共 7 次。其舰队规模蔚为壮观。在此期间，明廷专为出使西洋建造的战船就有多批。永乐二年正月，命京卫造海船 50 艘、福建造海船 5 艘，备使西洋之需[④]。永乐五年九月，命都指挥王浩改造海运船 249 艘，备使西洋各国[⑤]。永乐六年正月，工部奉命建造宝船 48 艘[⑥]。据费信在《星槎胜览·占城国》中称，永乐七年，郑和率官兵 27 000余人，驾 48 艘海船出使西洋，此数正与王浩所造之船数相吻合。永乐十七年九月，又造宝船 41 艘[⑦]。

其三，为加强海防建造战船。这类战船的建造批次与数量最多。永乐元年五月，朱棣在得知倭寇劫掠金门、定海、太仓等地的消息后，即命福建都司建造海船 137 艘，命苏州、镇海二卫添造海船，作为防倭、剿倭之用[⑧]。永乐三年六月，又命浙江都司造海舟 1 180 艘，作为抗倭之用[⑨]。永乐十年十二月，朱棣又命江樊（今江苏、江宁、淮安）、两浙及镇江诸府与卫建造风船 61 艘[⑩]。

其四，为其他用途建造战船。永乐年间还为其他用途建造了不少船只，如永乐十三年，明廷建造 3 000 多只浅船，供内河漕运粮食，由淮河直抵惠通河[⑪]。

永乐年间建造的船只，除上述明确说明用途者外，还有很多船只没有说明用途，见于《明太宗实录》的记载，自永乐元年至十七年，就建造了 2 718 只，其中

① 《明会典》卷二〇〇《工部二十·马船、快船》，《明会典》，第 1002 页。
② 《明会典》卷二〇〇《工部二十·马船、快船》，《明会典》，第 1002 页。
③ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战》，《续文献通考》二，第 3971 页。
④ 《明太宗实录》卷二七，永乐二年正月壬戌、癸亥，《明实录》六，第 498 ~499 页。
⑤ 《明太宗实录》卷七一，永乐五年九月乙卯，《明实录》七，第 986 页。
⑥ 《明太宗实录》卷七五，永乐六年正月丁卯，《明实录》七，第 1032 页。
⑦ 《明太宗实录》卷二一六，永乐十七年九月乙卯，《明实录》九，第 2165 页。
⑧ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战》，《续文献通考》二，第 3969 页。
⑨ 《明太宗实录》卷四三，永乐三年六月丙戌，《明实录》七，第 686 页。
⑩ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战》，《续文献通考》二，第 3970 页。
⑪ 《明会典》卷二〇〇《工部二十·粮船》，《明会典》，第 1002 页。



军用与军民合用者当在千艘以上。洪熙至正德年间所造船只甚少，见于记载的有正统五年（1440 年）正月，浙江沿海建造备倭海船 132 艘①。嘉靖至明末，由于海事增多，战船建造又逐渐增多。

3．嘉靖至明末的战船建造

这一时期，明廷海上军事活动频繁，战船建造事业随之而盛，外海战船得到了空前的发展，内河战船也有了较大的改进，形成了前所未有的特点。

改造旧战船。嘉靖元年（1522 年）四月，嘉靖皇帝即采纳了南京都御史胡瓒等人的建议，对南京新江口装备的战船进行改造。新江口装备的战船始于洪武初年。永乐五年（1407 年），明廷确定其装备数额为 131 只，宣德年以后增至 319 只。至成化十年（1474 年），可供操练使用者仅有 140 只，缺额甚为严重。经嘉靖朝廷决定后，将原有三四百料的战船改造为二百料的快船，于嘉靖七年完工，共改造成 400 只战巡船，并将每 10 只编成一帮，每船每日由 1 名士兵看守。嘉靖十一年，将其中的 122 只船分为两班进行操练与巡守，以 28 只作为轮换补充之用，其余 50 只又改成轻浅便利船，继续留作军用②。

仿造新型战船。嘉靖元年，明军在广东新会的西草湾之战中，缴获了葡萄牙人的战船及其装备的佛郎机炮。明廷大臣即奏请仿制，南京守备魏国公徐鹏举认为，广东所得佛郎机铳法应予仿造。经兵部议定后，朝廷于嘉靖三年四月下诏，将葡萄牙船炮及其工匠，一并送至南京龙江造船厂进行仿造③。嘉靖四年，该厂造成新型战船 4 艘，每艘装备佛郎机炮 12 门，每舷侧 6 门，因其桨多，伸于舷外如蜈蚣之足，故又称这种新型战船为蜈蚣船④。

创造新型战船。明代后期创造的新型战船甚多，主要有沙船型、福船型、广船型，以及配套使用的各种中小型战船。嘉靖三十三年（1554 年），朝廷批准了徐鹏举的请求，给南京新江口增造 200 艘沙船型战船，使驻防该地的战船仍保持在 400 艘的数额⑤。同年十二月，经兵部议准，将苏州、松江、黄浦、吴淞、浙江地区新造的 200 艘福船、300 艘苍山船、500 艘沙船，同 500～600 艘轻型战船，实施统一指挥，以其半数坚守要地，以其半数进行机动作战，进击和追捕来犯的倭船⑥。万历二年（1574 年），南京兵部尚书刘体乾建议将守备南京的一部分笨重战船，改为新型的战船，其中沙船 12 艘、八桨船 4 艘、楼枪沙船 3 艘、小梭船 2 艘，以防盗贼。此建议被朝廷采纳⑦。万历十九年八月，浙江与福建两地也增造福船与鸟船共 72 艘⑧。

综上所述，在发达的造船业基础上，明代的战船建造也随之水涨船高。如果说洪武年间战船建造的重点是内河战船的话，那么永乐年间的重点便转向外海战

① 《续文献通考》卷一三二《兵考·舟师水战》，《续文献通考》二，第 3970 页。
② 《明会典》卷二〇〇《工部二十·战船》，《明会典》，第 1002 页。
③ 《续文献通考》卷一三四《兵十四·军器》，《续文献通考》二，第 3996 页。
④ 《明会典》卷二〇〇《工部二十·战船》，《明会典》，第 1002 页。
⑤ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战》，《续文献通考》二，第 3971 页。
⑥ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战》，《续文献通考》二，第 3971 页。
⑦ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战》，《续文献通考》二，第 3973 页。
⑧ 《续文献通考》卷一三二《兵十二·舟师水战》，《续文献通考》二，第 3973 页。



船，而明代后期则创造了适应于不同海区与不同水域的多种船型，为组建驰逐于近海的综合配套的水军混合船队创造了条件，并成为我国古代战船建造技术发展到新阶段的重要标志。

三、战船建造技术的提高

同前朝相比，明代造船的技术有较大的提高，主要表现在以下几个方面。

首先是分工明细。明代的造船机构，在人员编制与部门设置等方面，都比较科学合理。以龙江造船厂为例，其人员编制有厂领导、行政与管理人员、造船工匠与杂役人员。其部门有办公机构与各专业作坊①。作坊又按工种区分为制造篷帆的篷厂，制造船用铁构体的铁作房，制作缆索的索作房与缆作房，为船体艌缝的艌作房，为船体油漆的油漆作房等。这些作房的设置，使建造战船的各道工序都能进行流水作业，提高了战船的建造速度与质量。

其次是战船式样与尺寸的规格化。宋代的《武经总要·战船》篇，虽然对其记述的楼船、走舸、斗舰等几种主要战船的形制构造与作战性能作了概要的文字说明，并绘制了古朴的图形，但是还不能从中看出战船的构造尺寸。明代沈啓所著的《南船纪》与李昭祥所著的《龙江船厂志》两部造船专著，则对四百料战船、二百料战船等十多种战船的构造尺寸，都有详细的记载。以四百料战座为例，《南船纪》记载的尺寸是：船体长 86.9 尺、阔 17 尺，前后分 16 舱，长度从 2.6 尺到 15.5 尺不等。其余船板、面梁、舵夹板等近 90 种的构体尺寸，也都有记载②。战船构造尺寸的规格化，便于统一装备水军进行作战训练。

其三是对战船建造所用的材料都有严格的规定。以一千料海船为例，每船要用杉木 302 根、杂木 149 根、株木 20 根、榆木舵杆 2 根、栗木 2 根、橹坯 38 支、丁线 35 742 个、杂作 161 条（个）、桐油 3 012.5 斤、石灰 9 037.5 斤、艌麻 1 253.25斤③。选料用料的严格，保证了所造战船的质量。

其四是对战船建造的工时都有严格的审计。以二百料战船为例，每船要用 1 000 个工作日。其中各作房所用的工作日分别是：船木作 312、锯匠 110、艌作 134、篷作 55、索作 33、缆作 7、装修作 150、装修锯匠 65、油漆作 10、油漆五墨作 11、染作 25、旗作 10、旋作 3、双线作 1、缨作 1、鼓作 3、蜊壳作 3、铁作 70（如果买钉，此项便要扣除）④。规定工时后，既防止偷减又防止多报，稳定了工薪的支出。

其五是建筑大型船坞。在南京宝船厂的遗址中，至今仍有许多长方形的大水塘，依次被称为一汼、二汼⑤……等。有的汼塘长达 200 ~ 240 米、宽 27 ~ 35 米、深 2 米左右，有“上四坞”、“下四坞”等名称。由此可见，创造于北宋的船坞，在明代已经得到了较为普遍的使用，这是造船业发达的一个重要标志。

其六是指出了必须革除的种种弊端。《龙江船厂志·孚革》篇中，郑重指出了

① 坊：原书为房，今写作坊，下同。

② 明·沈啓撰：《南船纪》卷一，第 21 ~ 27 页，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第 436 页。

③ 《明会典》卷二〇〇《工部二十·船只》，《明会典》，第 1001 页。

④ 《南船纪》卷四，第 3 ~ 4 页，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第 478 ~ 479 页。

⑤ 汼（zuó）：即为水塘中造船作场之意，以示与岸上作场之别。

办厂的负责人，既要严于律己，又要着力革除种种弊端。书中要求领导人要做到慎任使、杜请托、平市价、略势分、察扣减。所谓“慎任使”就是要知人善任，用人得当；所谓“杜请托”就是要秉公办事，不讲情面；所谓“平市价”就是要了解市价行情；所谓“略势分”就是要恩威兼施，情法并行，使属下畏我而不敢欺我，爱我而不忍欺我，乐于趋事而建功；所谓“察扣减”就是要严禁府吏门胥扣减工匠的工食薪水。领导人只有严于律己，秉公治厂，才能将厂办好。书中还要求办厂者要设法革除种种弊端，即要革除收料中的8种弊端，造船中的10种弊端，收船中的2种弊端，佃田中的3种弊端，看守中的2种弊端①。

上述几种措施，虽然只有大型的龙江等造船厂才能完全具备，而其他的小型造船厂未必完全具备，但它们都是明代科学造船水平提高的关键。它们不但是明代战船飞速发展的保证，而且也对后世战船的建造产生了重要的影响。

第二节　战船的基本类型

除继续建造传统的楼船、蒙冲、斗舰、专舸等战船外，明代还创建了多种类型的战船，其中主要有江河与近海战船、郑和下西洋的宝船与各种军用船以及用于外海作战的各种军用船。

一、江河战船与近海战船

这类战船的种类甚多，仅《南船纪》就记有十几种。其中有战船、巡逻船、哨船、运输船等，主要用于江河与近海的巡哨与作战。

1．战船

战船有四百料战座船、二百料战船、一百五十料战船、一百料战船、轻浅便利船、叁板船、浮桥船等。

四百料战座船属指挥船，船长86.9丈、阔17尺，分14舱，备16支橹，竖2桅。船头舱面长11.3尺，尾部长15.5尺，上部设望亭，舱面周围设栏、板，舱面下两侧开有弩窗矛穴，供士兵刺、射敌人之用（图2－8－1）。“其律式追楼船之轨范……大而雄，坚而利，用之驱浪乘飚……有不战而先夺人之心”② 的气势。

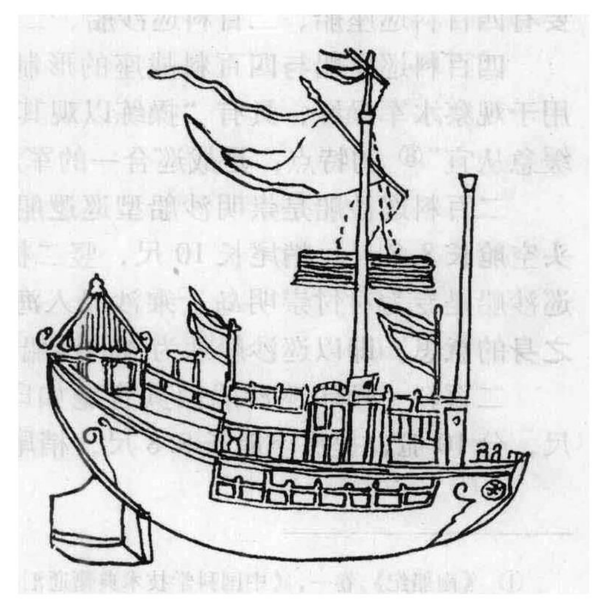


图2－8－1　四百料战座船

二百料战船长62.1尺、阔13.4尺，分10舱，提头空舱长8.9尺，梢尾长10尺，船首设车罗、拍杆，以备击刺。旁列女墙，攻守兼备。大橹掣江，航速较快。

① 《龙江船厂志》卷六《孚革志》第1～11页，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第543～549页。

② 《南船纪》卷一，第21～39页，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第434页。



竖2桅，设望亭，是仅次于四百料战座船的中型战船①。

一百五十料战船体长54.4尺、阔16尺，分10舱，提头空舱长6.9尺，梢尾长9.5尺，竖2桅，设望亭，其余装备大致与二百料战船相同。因船体居中偏小，既可为先锋，又能殿后，亦可为左犄或右角，适应性较强②。

一百料战船体长52尺、阔9.6尺，分10舱，提头空舱长7.5尺，梢尾长9.5尺，竖1桅，设官楼，乘员30人，战具悉备，轻便快速，便于往来冲击敌阵，属小型战船③。

轻浅便利船体长52.5尺、阔10.5尺，分11舱，提头空舱长7尺，梢尾长8.5尺，竖1桅，舱面设战棚、女墙。此船因飘扬不滞而轻，浮泛不碍而浅，亨通不括而利，旋转不劳而便，大小与一百料战船相近，创建于嘉靖十三年（1524年），是既可用于作战，又可用于巡逻的两用轻型战船④。

叁板船（划船同）体长38尺、阔8.4尺，分10舱，1桅，备4桨，是一种往来神速，机动灵活的轻型战船⑤。

浮桥船又称桥船或舟桥船，船体长59.9尺、阔15.1尺，分8舱，提头空舱长9尺，虚梢尾长7.1尺。首尾有环扣搭扣成桥，让军队通过江河⑥。

上述战船如能在作战中配套使用，便有"大小毕具，迟速并宜"⑦，协同作战的特点。

2. 巡船

巡船主要用于控扼江河要害，监视敌船的活动。巡船与战船的任务各有侧重，有警用战船，平时用巡船，两者必须兼备。巡船在必要时也可用作战船。巡船主要有四百料巡座船、二百料巡沙船、二百料一颗印巡船等。

四百料巡座船与四百料战座的形制构造与规格基本相同，除巡江河外，还常用于观察水军操练，具有"操练以观其进退之常，巡逻以习其应之略，奇正并用，缓急从宜"⑧ 的特点，是战巡合一的军用船。

二百料巡沙船是崇明沙船型巡逻船，船体长67尺、阔13.6尺，分10舱，提头空舱长8.8尺，梢尾长10尺，竖二桅，舱面设女墙、战棚，可用于作战。据说巡沙船是专为对付崇明岛上乘沙船入海为盗者建造的，具有以其人之道还治其人之身的意思，即以巡沙船惩为盗的沙船⑨。

二百料一颗印巡沙船因其官舱如印盖之形而得名。船体长61.5尺、阔12.6尺，分10舱，提头空舱长8.8尺，梢尾长10尺。主要用于巡捕江河中之盗贼（图

---

① 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第438页。
② 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第440页。
③ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第442页。
④ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第455～457页。
⑤ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第443～444页。
⑥ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第445～446页。
⑦ 《龙江船厂志》卷二《舟楫志》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第516页。
⑧ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第446～447页。
⑨ 《南船纪志》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第449页。

2-8-2)①。

3. 哨船

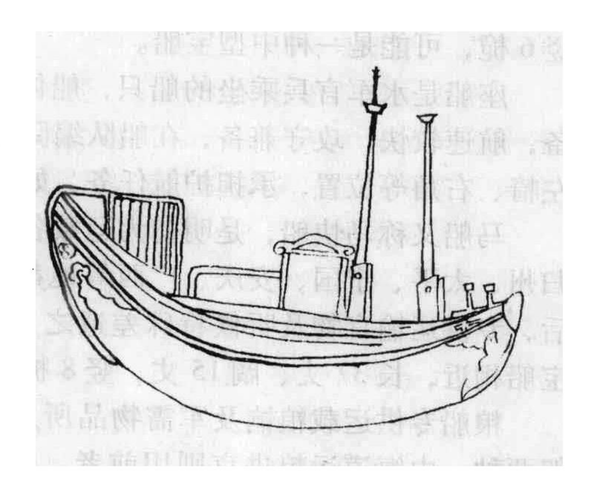


图2-8-2 二百料一颗印巡沙船

哨船主要用于侦探与巡哨，有时也用作先锋船。有九江式哨船、安庆式哨船、大胜关哨船。

九江式哨船船体长42尺、阔7.9尺，分9舱，提头空舱长6尺，梢尾长6.5尺，竖1桅，是江中航速较快的一种哨船②。

安庆式哨船船体长36.7尺、阔7.8尺，分8舱，提头空舱长6.2尺，梢尾长6.5尺，竖1桅，也是江中航速较快的一种哨船③。

大胜关哨船与安庆式哨船的形制相似，专在南京附近水域进行哨探④。

二、郑和下西洋的军用船

从永乐三年至宣德八年（1409—1433年），三保太监郑和率领万人以上的使团，乘数以百艘计的船队，先后7次远航“西洋”，浮历数万里，往复几十年，与亚洲、非洲30多个国家进行了友好交往，扩大了中国的影响，推动了各型军用船只的建造。据明人罗懋登在《三保太监西洋记通俗演义》第十五回中记载，郑和下西洋的军用船，按其用途可分为宝船、座船、战船、马船、粮船五类⑤。

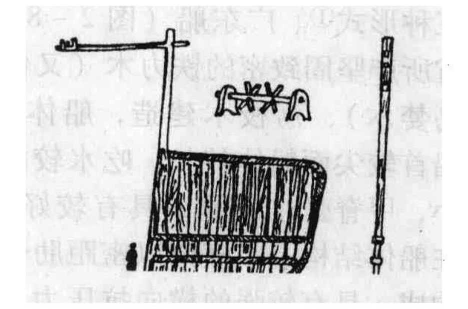


图2-8-3 宝船配备的大舵杆与绞关木（采自王冠倬《中国古船图谱》）

宝船是专为郑和下西洋建造的大型军用船，最大的宝船为郑和等明廷高级官员所乘坐，船体长44.4丈、阔18丈⑥。1957年5月，在南京下关三叉河附近中保村的明代龙江造船厂六泎塘遗址，出土了一件大舵杆，杆身用铁力木制作，实测长11.09米，舵叶高6.25米。1965年，又在该厂遗址出土了一件用铁力木制造的盘车（绞关木），及可起千斤的重锚。据专家们考证，这两件出土的船具，应是当时大型宝船的配件（图2-8-3）。学术界在考证史料与出土配件的基础上，将宝船复原，成为竖9桅，张12帆，可乘千人的大型军用船（照片24），堪称当时世界的航船之最，令其他国家望洋兴叹。

座船是一般官兵乘坐的战船，并运载一部分兵器，船体长28丈、阔9.4丈，

① 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第450~451页。
② 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第452~454页。
③ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第454~455页。
④ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第454~455页。
⑤ 明·罗懋登著：《三保太监西洋记通俗演义》第十五回，上海古籍出版社，1985年版，第188页。
⑥ 学术界对最大宝船的长宽数据及其比值尚有争议，但还没有确凿材料否定历史文献的记载，故仍以史书记载为据。



竖6桅，可能是一种中型宝船。

座船是水军官兵乘坐的船只，船体长18丈、阔6.6丈，竖5桅，携带武器装备，航速较快，攻守兼备，在船队编队航行时，战船各小分队常列于前卫、殿后、左犄、右角等位置，承担护航任务，如遇敌船，即可投入战斗。

马船又称马快船，是明初为运载各地马匹进京的运输船，武昌、岳州、荆州、归州、太平、宁国、安庆、广西等地都有建造，永乐十九年（1421年）定都北京后，专供运输官物及听候特殊差遣之用。罗懋登所记载的马船尺寸，大致与中型宝船相近，长37丈、阔15丈，竖8桅，专供船队运载军马及革料所用。

粮船专供运载粮饷及军需物品所用，明初通用的粮船有大型遮洋船与小型浅船两种，由海道运粮进京则用前者，由内河运粮进京则用后者。罗懋登所记载的运粮船为大型遮洋船，其规模亦与中型宝船相近，长28丈、阔12丈，竖7桅，供船队运载粮食及军需物品之用。

三、外海战船

自嘉靖年起，明廷为荡平倭寇与抗击西方来犯的舰船，便将战船建造的重点转移至外海战船，创造了多种适于外海作战的战船。

1. 冲击力巨大的广东船

广东船是在广东沿海作战中冲击敌船的大型战船，见于记载的有广东船、广东新会县的尖尾船、广东东莞县的大头船等三种形式①。广东船（图2－8－4）用本省所产坚固致密的铁力木（又作铁栗木或乌婪木）、荔枝木建造，船体高大结实，船首较尖而船体较长，吃水较深。梁拱较小，甲脊弧度不高，具有较好的耐波性。在船体结构上，横向以密距肋骨与隔舱板构成，具有较强的横向抗压力，增强了船体的坚牢度。纵向则使用坚牢的龙骨与大檝维持，具有较强的纵向支撑力。侧前方安有能垂直升降并能伸入船底之下的捧板，可以起到减小船体摇晃与稳定航向的作用。舵板面上开有成排的菱形小孔，减小了舵的压力，便于操纵。大型的广东船之前桅与中桅都稍向前倾，其上张挂布制硬帆，篷杆较疏而粗。中小型广船还有橹与多对木桨，有风则张帆，无风则摇橹划桨而行。船体上阔下窄，形同张开两翼的飞鸟，舱面上有栏墙棚顶，便于掩护士兵作战。两根桅杆上都有望斗，可容1名士兵站立其中，既可瞭望敌情，又能张弓射敌，或以标枪掷敌。船上装备了先进的重型船炮大发贡、佛郎机炮、火毬与

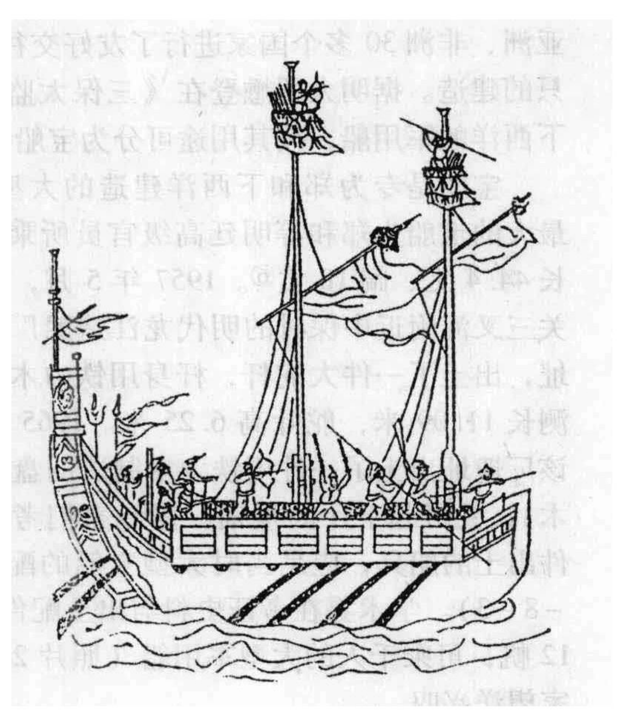


图2－8－4 广东船

① 《筹海图编》卷十三《经略三·兵船》，《中国兵书集成》16，第1199～1203页。

冷兵器。在外海作战中，距敌较远时，先以大发贡轰击敌船，击碎其船板与船舷。稍近时，以各型佛郎机炮射击敌船，毁杀其船具与人员。距敌船百步以内时，即以弓箭射敌，或以标枪掷敌。接近敌船时，便抛掷各种燃烧性火器，焚烧其桅帆篷索，使其丧失机动能力。与敌船相接时，即用船体将其撞碎。与敌船接舷时，士兵便跃登敌船进行拼杀，夺取胜利。广东船在广东沿海抗倭作战中，曾以泰山压顶之势撞沉倭寇的许多小船，倭寇因而闻之丧胆。

尖尾船（又称乌艚船）与大头船（又称横江船），也是适于在广东沿海作战的广东型战船，其形制构造、所用材料以及武器装备也大体类似。都具有较强的战斗力。

广东船也存在着铁力木难以筹办，造价昂贵，损坏后难以修理，遇到大风大浪时船体晃动较大，炮弹命中敌船的精度常受此影响而较差，只限于广东一带海域使用等不足之处，所以又有福船的推广。

2. 自成系列的福船

福船为福建沿海建造与使用的战船。其底尖，其面阔，其前昂而口张，其尾高耸，适于在闽浙一带深海中航行。有六种规格，能自成系列：大号与二号称福船，三号称海沧船或哨船、草撇船，四号称冬船，五号称鸟船，六号称开浪船或快船，它们各有其特点。

大号与二号福船的形体相似，船体高大如楼（图2-8-5），船底狭窄如刃，船面宽阔，船首昂扬，船尾高耸。船面上建三层楼室，两侧有护板。护板外蒙茅竹，坚固如城垣，连同船舱一层，共有四层。最下层不居士兵，只装土石压载，以防船身在空载时轻飘倾覆。第二层为士兵寝息之所，以地板隐之，须从上蹑梯而下。第三层左右各设护门六扇，中间设有水柜，扬帆与做饭都在这一层，其前后各设木碇，碇端系有棕缆控制起落。最高一层为露台，须从第三层穴梯而上至第四层面，两旁板翼如栏，士兵可依托栏杆进行作战。船楼的前部与中部各竖一桅，桅端设有瞭望斗。每船载乘官兵百人。作战时，士兵用各种火器与冷兵器杀伤敌人，毁坏敌船。若与较小的敌船相接，便可加速航进，乘风下压，如车碾螳螂，将其撞沉。大型福船吃水深达1.2丈，只能在较深的海水中航行，否则会有触礁搁浅之患。如遇浅海、内河，便无用武之地。同时，它们仅凭风力航进，所以只能在顺水中发挥其长处。如果风平浪静，或逆风迎敌，

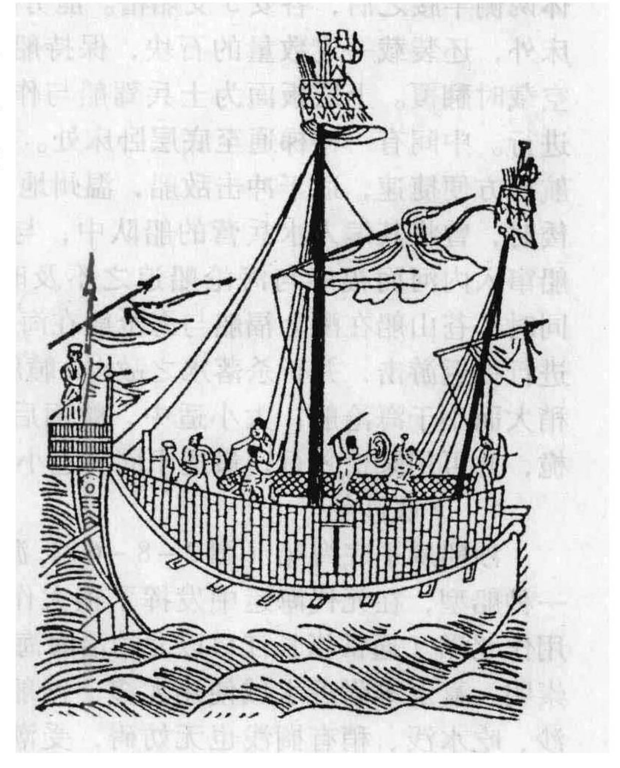


图2-8-5　福　船



其优势便无法显示出来。平时不能近岸停泊，人、物只能通过小船运渡①。

三号与四号福船，又称海沧船与草撇船，或称哨船与冬船，是便于进攻与追击敌船的中型福船。船体比大号、二号福船小而构造相似，船楼稍矮，层数较少，竖前桅与中桅，中桅顶部设有瞭望斗。吃水深七八尺，小风时也可航进。作战时既可用各种火器与冷兵器杀敌毁船，也可用船体撞击小型敌船。这两种福船也因船体较大而只能在海上作战，而不能在内河作战中发挥作用②。

五号与六号福船又称鸟船与快船。鸟船又称开浪船，以其头尖能破浪而得名，是福船系列中便于哨探与捞取敌人首级的小型福船③。船楼最低，层数最少，前部和中部各竖一桅，中桅顶部设有望斗。吃水深三四尺，用 4 桨 1 橹划行，航速快，机动性好，风潮顺逆都能发挥作用，尤其是它能在内河作战中攻敌，可弥补大中型福船的不足。快船的构造与战斗作用，大体与鸟船相似，只是船型更小而已。

福船系列中的六种战船组合编配时，具有大中小相结合与远中近协同杀敌毁般的特点，是戚继光所编水兵营的主要战船，在抗倭作战中发挥了重要的作用。

3. 与福船配用的苍山船与艟艄船

苍山船与艟艄船都是比海沧船小而与五号、六号福船相近的小型战船。苍山船是一种头尾都较阔的战船，帆橹兼备，顺风时扬帆航进，无风时摇橹而前。船体两侧半腰之后，各安 5 支船橹。舱分两层，中间用板相隔。底层除安置士兵的卧床外，还装载一定数量的石块，保持船体的一定重量，降低船体的重心，避免在空载时翻覆。上层板面为士兵驾船与作战场所，扬帆与下碇等操船作业亦在其中进行。中间有一楼梯通至底层卧床处。苍山船舱面较广东船与福船窄而较沙船阔，航行方便捷速，适于冲击敌船，温州地方称它为“苍山铁”。戚继光在东南沿海抗倭时，曾将其编入水兵营的船队中，与福船、海沧船进行协同作战。一旦倭寇战船窜入内河而福船与海沧船追之不及时，苍山船便可迅速驶入内河，追击倭船。同时，苍山船在配合福船与海沧船在海上作战时，还可以发挥它便于机动的特点，进行往返游击，并斩杀落水之敌④。艟艄船是用苍山船改造的一种战船，比苍山船稍大而小于海沧船，大小适中，舱面后部有小棚，前部无壁。前部与中部各竖一桅，并可用桨橹划行，最适于同倭寇小型或分散的战船进行作战⑤。

4. 平底沙船

沙船属平底海船（图2－8－6），源于江苏崇明，唐代以前就成为北方沿海的一种船型，在元代海运中发挥了很大作用，明嘉靖初年开始通称沙船，并被军方用作北泽（通常指长江口以北的沿海海域）浅海中作战与协守港口的战船，太仓、崇明、嘉定等附近水域使用尤多。沙船的构造特点是平底、方头、方艄、利于行沙、吃水浅、稍有搁浅也无妨碍，受潮水影响较小。由于船体较宽，并备有减摇设备披水板、梗水木、太平篮等减摇设施，稳定性较好。前部与中部各竖一桅，

① 《筹海图编》卷十三《经略三·兵船》，《中国兵书集成》16，第 1204～1205 页。
② 《筹海图编》卷十三《经略三·兵船》，《中国兵书集成》16，第 1206～1209 页。
③ 《筹海图编》卷十三《经略三·兵船》，《中国兵书集成》16，第 1210 页。
④ 《筹海图编》卷十三《经略三·兵船》，《中国兵书集成》16，第 1216～1217 页。
⑤ 《筹海图编》卷十三《经略三·兵船》，《中国兵书集成》16，第 1213～1214 页。

航速较快，并能在航行中“调戗使斗风”①。因平底不能破深水之大浪，故沙船不能作为南洋（通常指长江口以南的沿海海域）外海的战船。

5. 多桨蜈蚣船

蜈蚣船是一种多桨战船，因船体两侧安置的划桨多在10对左右，伸展时如多足蜈蚣（图2-8-7），故有其名。蜈蚣船系仿制葡萄牙舰船的构造而建。嘉靖元年（1522年），明军缴获葡萄牙人的舰船及舰炮后，即于嘉靖四年在南京仿造成蜈蚣船（详见本篇第五章第一节）。蜈蚣船底尖面阔，无倾覆之患，船面的前部与中部各竖一桅，两舷侧装备多门佛郎机炮，大型舰炮重达千斤，小型舰炮重约150斤左右。作战时，多门舰炮齐射，能击碎敌船船面及舷侧船板。由于安桨多，所以航行快疾，是一种火力强而航速快的战船。但是出于某种原因，明廷并未推广这种战船，至嘉靖十三年便停止建造。

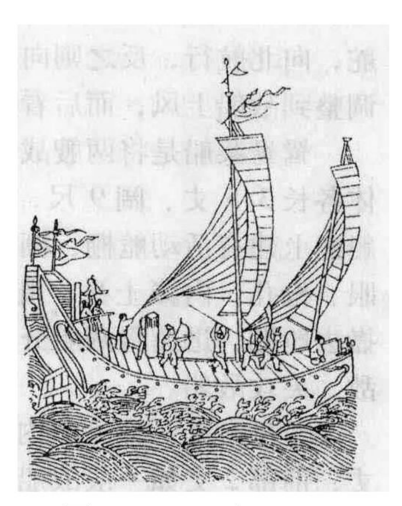


图2-8-6 沙 船

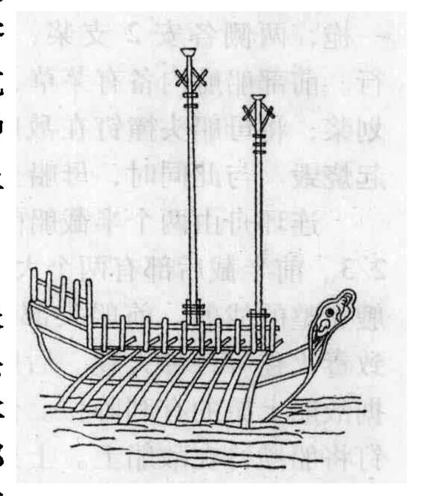


图2-8-7 蜈蚣船

6. 便于机动的车轮舸

明朝后期车轮船的最大特点是装备了火器。船体长4.2丈、阔1.3丈，外设虚框各1尺，内安4轮，轮头入水约1尺，由士兵踩动，击水而进，航速较快。船体前部平头，长8尺，中舱长2.7丈，后尾长7尺，尾部上翘，上建舵楼。中部舱面建有木室，前后贯通，中有大梁，上覆活动木板，自两边伏下。每块木板长5尺、阔2尺，下部安有转轴，如同吊窗一般（图2-8-8）。作战时，先从木室内向敌船施放火药箭、喷射毒龙喷火神筒，待敌战斗力削弱后，舱内士兵一起掀开木室上的覆板，立于船面上，以旁牌作掩护，向敌船抛掷火毬、标枪，并以钩拒等兵器钩攻敌船，最后歼灭敌军②。

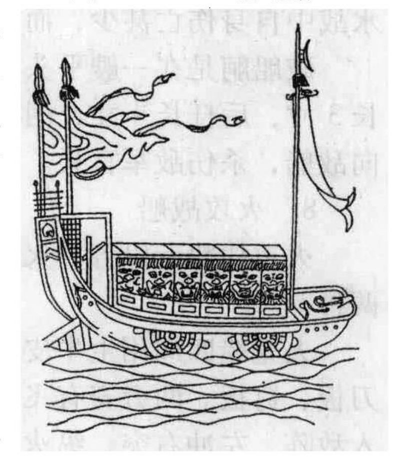


图2-8-8 车轮舸

7. 特型战船

这类战船构造特殊，具有特殊的性能与作战用途，有两头船、鸳鸯桨船、子母舟、连环舟③、破船舸④等。

两头船（图2-8-9）的船体无头尾之分，两头对称，都安有舵，随风向而变换使用。遇东风则操东头船舵，向西航行，反之则向东航行；遇南风则操南头船

---

① 《筹海图编》卷十三《经略三·兵船》，《中国兵书集成》16，第1231页

② 《武备志》卷一一七《军资乘·水二·战船二》，《中国兵书集成》32，第5005~5006页。

③ 《武备志》卷一一七《军资乘·水二·战船二》，《中国兵书集成》32，第4990、5001、5004、5013~5014页。

④ 《武编》卷前集卷六《舟》，《四库兵家类丛书》二，第727之484页。



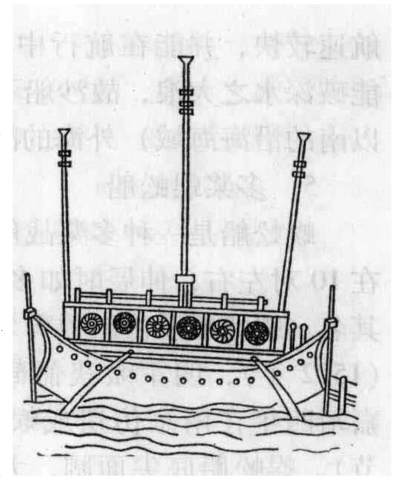


图 2－8－9　两头船

舵，向北航行，反之则向南航行。作战时，只要把船位调整到敌船上风，而后看风使舵，灵活攻击敌船。

鸳鸯桨船是将两艘战船用活扣并联的双体战船。船体各长 3.5 丈、阔 9 尺，船上无桅，两侧各安桨 8 支。船面上建有活动舱棚，棚外用生牛皮蒙裹，两旁开有箭眼、枪孔，内藏士兵，既能摇桨，又能作战。临敌时，撤去舱棚，迅速将两船分开至敌船两侧，以枪炮火箭射敌，夹攻敌船。

子母舟是一种大船内包藏小船的战船。母船长 3.5 丈，前部 2 丈如一般战船，后部 1.5 丈无舱无底，只在两侧安有船板，中藏一小船。船头安有狼牙钉，船面竖一桅，两侧各安 2 支桨，既可借风扬帆，又能划桨航行。前部船舱内备有茅草、薪柴、油、麻与火药等纵火之物。作战时，士兵用力划桨，将母船头撞钉在敌船上，而后点着火药，燃烧纵火之物，将母船与敌船一起烧毁。与此同时，母船上的士兵立即换乘小船返回本营。

连环舟由两个半截船前后环连而成。船体长 4 丈多，前半截占 1/3，后半截占 2/3。前半截后部有两个大铁环，后半截前部有两个大铁钩，钩环套连后，形同一艘完整的战船。前船头部安有多支较大的倒须铁钉，船内备有火铳与发烟火毬、致毒火毬等各种火毬。后船两旁安有数对桨，船上载有多名士兵，划桨航进，占据敌船上游的有利阵位。作战时，乘风顺水快速而下，直冲敌军水营，以倒须铁钉将船撞钉在敌船上。士兵一面用火铳射穿敌船板用火毬焚烧敌船；一面脱开两个大铁环，使船身前后脱离，并乘机登上后半截船，撤离战场，返回本营。这是水战中自身伤亡甚少，而又能焚毁船的一种巧妙的技术与战术。

破船舸是在一艘平头的车轮船头部，平行安置几支与神枪相似的火铳，枪头长 3 寸，后杆长 4 寸，用精钢制造，安置铳内。作战时，士兵点燃火线，将枪头射向敌船，杀伤敌军官兵。

8. 火攻战船

火攻战船专以各种火器焚毁敌船而见长，有火龙船与赤龙舟（图 2－8－10）两种①。

火龙船四周用生牛皮蒙覆，船舱分 3 层，首尾设暗舱，供士兵上下。中层铺设刀板、钉板。两旁安有飞桨与车轮。船上编士兵（兼水手）4 名。作战时，将船冲入敌阵，左冲右突，纵火焚烧敌船。若敌兵冲至船上，士兵即转动机关，上层板翻转，敌兵纷纷跌到中层刀板上，戳伤被擒。火龙船既可冲阵，又能以暗藏兵器杀敌，是一种攻防兼备的小型战船。

赤龙舟的船体形似龙身，龙头昂直而口开，内藏 1 名士兵，观察敌船动静。龙胸开有一扇小门，用铁板作门。龙头后部用坚木作柱为架，架顶用竹牌密钉成盖。顶盖下分 3 层，分别配置各种火器与冷兵器。中间开一个井状洞口，供士兵上下活

① 《武备志》卷一一七《军资乘·水二·战船二》，《中国兵书集成》32，第 5008、5010～5012 页。



动，操持器械，施放火器。两旁各有1名士兵，划桨航船。船身中部竖一桅，有1名士兵立于架顶后部张帆操舵，掌握航向。船底有龙骨，安有机栝。下部坠上铁块，借以增加船体的稳定性。作战时，明军常以数百艘赤龙舟集结水面。当与敌船接近时，士兵开动机栝，船上所备神火毬、毒药烟毬、火箭、飞弩等，一并施放，焚烧敌船和杀伤敌军官兵。

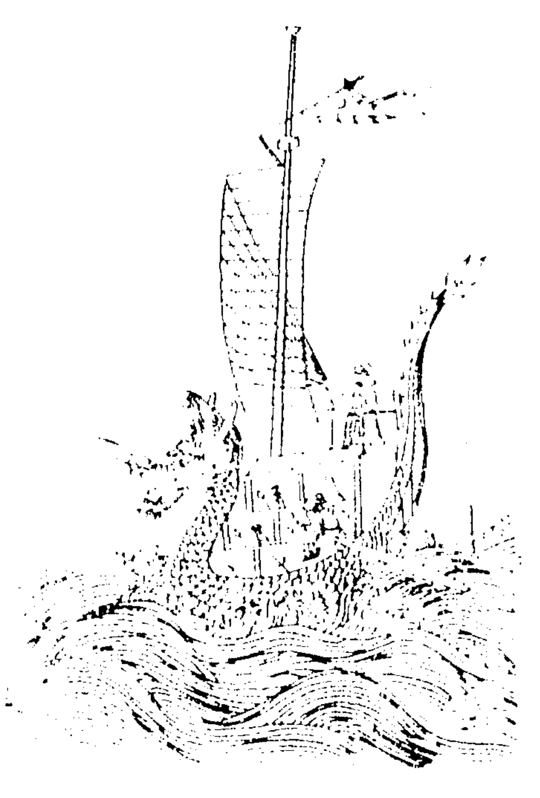


图2-8-10　赤龙舟

9. 轻便快速战船

这类战船轻便灵巧，大多用于侦察敌情，传递信息，追逐零星敌船。主要有叭喇唬船、八桨船、渔船、网梭船与鸟咀船①。

叭喇唬船属尖底阔面小型战船。船体长4丈、阔1丈。首尾构造相同，有龙骨贯通前后。中部有篷舱，上竖一桅。两侧各安8～10支桨。尾部安一面偏向舵。有风时扬帆而进，无风时划桨而前。适于往返侦察敌情与快速追击零星敌船。

八桨船属小型侦察船。中部竖一桅，两侧共安8支桨，故有其名。有风时扬帆而进，无风时划桨而前。

渔船属微型战船。中部有篷舱，上竖一桅。每船3人，1人张帆，1人划桨，1人持鸟咀铳。船体轻便，随波上下，易进易退，适于追击零星小船。

网梭船因形似织布之梭而得名。中竖一桅，每船2人，前后各1，往来如穿梭，专供侦察敌情之用。戚继光在东南抗倭作战中使用较多。

鸟咀船因船首形似鸟咀而得名。中部有舱，上竖一桅。尾部有长4～5尺的橹。有风扬帆而进，无风摇橹而前。多用于侦察敌情。温州、台州、松门、海门等地多有使用。

明代创建的多种新型战船，既有形体上的大中小型之别，又有作战用途的多样化。既从构造上提高战船在不同水域的适航性，又从性能上增强战船的战斗力。既突出单船的作战特点，又兼顾各船之间的协同。既能充分发扬火器的优势，又能利用冷兵器的毁杀作用，从而把我国古代战船的建造技术，推进到一个新的发展阶段。

四、水军编制装备的变革

各类战船的大量建造与使用，火绳枪炮与传统火器的并行发展，各种冷兵器的创制与更新，为水军编制装备的变革创造了条件。这种变革虽然在明代前期已

① 《武备志》卷一一七《军资乘·水二·战船二》，《中国兵书集成》32，第4973～4974、4981～4982、4985～4986、4999～5000页。



经开始，但在戚继光于东南沿海抗倭时所编练的水兵营中体现得最为明显。

1. 战船的合理编配

据《纪效新书》记载，戚继光所编水兵营装备的战船，是以福船系列为主体，并搭配其他战船而成为一个完整的系统。这个水兵营下辖2个哨，每哨编配大型福船4艘、海沧船2艘、苍山船4艘。除上述主力战船外，还编配了开浪船、八桨船、艟艄船、渔船、网梭船、鸟咀船等辅助性战船。这种编配方式，使全营的战船具有大中小型结合、战船与辅助船兼备的特点。这种特点，使水兵营成为既能逐寇于海上，又能歼敌于内河的混合船队。

2. 战船装备的更新

在戚继光编练的水兵营中，各型战船的武器装备在种类上大致相同，在数量上不等。

每艘大型福船的装备是：大发贡（舰首炮）1门、大佛郎机6门、碗口炮3门、鸟铳10支、喷筒60个、火砖100块、火砲（火毬）20个、烟罐100个、弩箭500支、药弩10张、弩药1瓶、粗火药400斤、鸟铳火药100斤、大小铅弹300斤、火绳60根、火箭300支、钩镰与砍刀各10把、过船钉枪20支、标枪100支、藤牌20面、宁波弓5张、铁箭300支、灰罐100个、各种船具若干。

每艘海沧船的装备是：大佛郎机4门、碗口炮3门、鸟铳6支、喷筒50个、火砖50块、火砲10个、烟罐80个、火箭200支、药弩6张、弩药1瓶、弩箭100支、粗火药200斤、鸟铳火药60斤、大小铅弹200斤、火绳36根、钩镰与砍刀各6把、过船钉枪10支、标枪80支、藤牌12面、宁波弓2张、铁箭200支、灰罐50个、各种船具若干。

每艘苍山船的装备是：大佛郎机2门、碗口炮3门、鸟铳4支、喷筒40个、火砖50块、烟罐60个、火箭100支、粗火药150斤、鸟铳火药40斤、药弩4张、弩箭100支、弩药1瓶、大小铅弹160斤、火绳24根、钩镰与砍刀各4把、过船钉枪8支、标枪40支、灰罐30个、各种船具若干。

上述装备体现了火器与冷兵器相结合的特点。在火器中，又具有大中小相结合、远中近射程兼备的特点。大发贡安于大型福船之首，射程远，摧毁威力大，是水兵营战船的主“船炮”，适于摧毁敌军的战船。佛郎机炮安于战船的舷侧，配合主船炮击毁敌船。碗口炮在较近的距离上，击碎敌船的船板与船具。当敌船进入鸟铳的射程时，则鸟铳齐射，击杀敌船士兵。接着火箭、火毬、喷筒等火器，在近战中焚烧敌船。在接近敌船时，弓箭与标枪，大致在相同的距离内杀敌。当两船相近时，即用钩镰与过船钉枪钩住敌船。最后由水兵跃登敌船，以砍刀戮敌，夺取水战的胜利。

3. 水兵营编制结构的优化

戚继光编练的水兵营，编有营官1人，左右二哨各编哨官1人。每哨下编20甲，每甲11人。每甲编甲长1人、士兵10人。每哨共有士兵220人、船工与杂役33人，连哨长共有254人。全营有官共509人。每哨的士兵与船工、杂役，按船型大小与作战、操舟任务的不同，分编于2艘大型福船、1艘中型海沧船与两艘小型苍山船中。使用火器的士兵约占编制总人数的一半。



福船编士兵5甲计55人，船工与杂役9人，共64人。按使用兵器的种类5甲士兵的分工是：第一甲为佛郎机甲，由甲长指挥士兵发射大发贡、佛郎机炮等重型火炮以及近战时向敌船抛掷火砖、烟罐等火器；第二甲为鸟铳甲，待敌船接近至鸟铳的射程时，士兵即以鸟铳射敌；第三甲和第四甲为标枪杂艺甲，待敌船接近时，士兵以标枪等兵器掷击敌船士兵；第五甲为火弩甲，由一半士兵发弩，一半士兵射箭；与敌船相接时，以冷兵器进行近战拼杀。

海沧船编士兵4甲计44人，船工与杂役7人，共51人。按使用的兵器4甲士兵的分工是：第一甲为佛郎机与鸟铳甲；第二甲与第三甲为标枪杂艺甲；第四甲为火箭甲。各甲士兵的作战任务与使用的兵器，同福船上相应名称的甲相似，只是数量有所减少。

苍山船编士兵3甲计33人，船工与杂役4人，共37人。按使用兵器的种类3甲士兵的分工是：第一甲为佛郎机与鸟铳甲；第二甲为标枪杂艺甲；第三甲为火箭甲。各甲士兵的作战任务与使用的兵器，同福船上相应名称的甲相似，只是数量有所减少。

戚继光编练的水兵营，在官兵的编制结构方面，具有明显的时代特点。首先是全营各船的士兵，都按使用的兵器进行编组，平时能充分训练，战时能熟练使用，充分发挥兵器的毁杀作用。其次是同一船内各甲的士兵分工明确，任务专一，作战中，当敌船进入自己所用兵器的作战半径时，能迅速杀伤敌人。其三是各甲士兵之间能协同作战，当前一梯次的士兵在作战时，后一梯次的士兵便可在充分准备的基础上投入战斗，连续打击敌人。其四是苍山船上的士兵，还可进入内河追歼敌人，当敌人弃船登岸时，他们也立即上岸，进行陆上追击战：在陆上作战时，每个甲的士兵都能迅速成为一个独立的作战群，编成一个“鸳鸯阵”队形，继续打击敌人，直到最后全歼敌人为止。

4. 水战技术与战术训练的进步

戚继光所编水兵营的技术与战术训练也比较先进和严格。士兵在兵器使用与单船内各甲进行协同作战训练的基础上，还要进行哨内各船与营内各哨进行协同作战的训练。1哨5船之间的作战训练方式是以1船为首，左、右两翼各排2船，全哨成“人”字形向后张开。1营2哨则成“仌”字形纵队排列，列队后听号令进行训练。每船的佛郎机炮手与鸟铳手，即对“人”字形外侧百步以远的靶标进行实弹射击，每名射手射弹3发，中1发者量赏，中2发者平赏，中3发者重赏，不中者罚。火箭手继后发火箭射靶船的桅帆，使之着火燃烧。火器射毕后，冷兵器按长短层次，依次训练接舷跳帮与冲上敌船的战斗动作。最后又训练水兵，以“甲”为单位，上岸成“鸳鸯阵”队形同敌作战。

在以营为单位进行使用火器作战训练的基础上，再进行2营、4营合练。在合练过程中，进行“人”字、“仌”字、“仌”字等各种阵型变换，使水兵营能因敌情的变化而采用相应的阵形，并充分发扬各种兵器的威力。

戚继光所创水兵营的训练方式，是对旧式水军训练方式的变革，它同陆上步车骑辎重训练方式的变革以及军事领域内其他方面的变革，融汇成中国军事在大量使用火器后第二次大变革的潮流，对后世产生了深远的影响。



第九章
军事技术论著及军事技术思想

两宋以后，兵学论坛曾沉寂了200多年，出于兵家之手的军事技术论著寥寥无几。到了明代后期，在东南沿海有倭寇劫掠，北方有游牧民族骑兵袭扰的严峻军事形势下，军事技术家与统兵将领，高度重视军事技术的发展。他们不但身体力行，从事实际的研制，而且还著书立说，从理论上进行探讨，使军事技术书籍的著述，进入了“忽如一夜春风来，千树万树梨花开”的三春季节，军事技术专著与包容军事技术在内的兵书、史籍纷纷问世，呈现出百花齐放，百家争鸣的繁荣局面。

第一节　嘉靖至隆庆年间的军事技术论著及其所反映的军事技术思想

嘉靖至隆庆年间（1522—1572年）的军事技术论著，大致可以分为三大类：其一是在综合性兵书中，有不少论述军事技术的内容，如唐顺之的《武编》等；其二是在论述某一类军事问题时，较多地涉及相关的军事技术内容，如戚继光关于练兵、教战的两部专著《纪效新书》与《练兵实纪》，郑若曾关于江海防的三部专著《筹海图编》、《海防图论》、《江南经略》；其三是关于军事技术的专著如李昭祥的《龙江船厂志》等。

一、《武编》所反映的军事技术思想

《武编》是继北宋《武经总要》之后，在明代后期成书较早的一部综合性兵书，它对军事技术问题的论述，侧重于对传统火药理论的阐发，以及诸多火器的形制构造与使用方法，有相当一部分内容被其后问世的兵书所吸收，也有一些内容为其他兵书所不载，具有补缺的作用。

1. 作者与版本

《武编》系唐顺之所辑。唐顺之，字应德，武进（今属江苏）人。生于正德二年（1507年）。青少年时博览群书，嘉靖八年（1529年）进士，会试第一，为翰林院庶吉士，曾以郎中身份督兵浙江，与胡宗宪等共同抗倭，屡破倭寇，以功升右佥都御史，代凤阳巡抚。他博闻广识，通天文、乐律、地理、兵法、数学，人称荆川先生或唐荆川。嘉靖三十九年逝世。有《荆川先生文集》、《广右战功录》等十多种著作传世。崇祯年间追谥为襄文。

《武编》辑于嘉靖中，作者在生前并未刊行，只有抄本传世，为秣陵（今属南京）焦澹园收藏。至万历四十六年（1618年），始由武林徐象枟（yún）曼山馆雕版印行，清代有木活字本、抄本传世。《武编》体例略如《武经总要》，分前后两集，各6卷。军事技术内容散载于各卷之中，以前集卷5最为集中。

2. 汇集了许多创新的火器与战船

《武编》卷五汇集了自《武经总要》刊行之后，至嘉靖三十九年间创制的许多



新型火器与战船。其中有：火铳与盾牌相结合的“齐发火铳保生牌”，喷泻毒药飞沙而能水陆兼用的“百步火龙”，发射含毒铁片的“千子铳”，罕见于文献的“水底雷”，用机械控制发射而用于守城的“飞悬神铳”，返回式二级火箭“飞空神沙火”，使用火器进行作战的“车轮舸”，船头固定安3支火铳的“破船舸”，以及使用火器进行作战的“子母舟”、“鸳鸯桨船”等。书中还叙述了这些火器与战船的形制构造，制造技术与使用方法，说明我们的祖先至少在公元1560年以前，就已经掌握古代二级返回式火箭的制造与使用技术，以及在船头上固定安置火铳射击敌船的技术与战术。

3．记载了许多新创的火药配方

《武编》所记新创的火药配方有：迷眼火沙、行烟、猛烟、天火毬、月落香消毬、天坠砲、千里胜、烂药、麻药、一窝蜂喷筒火药、一把莲火药：火箭头白火药、净江龙慢火药、荔枝砲火药、火龙口火药、药信、蜂窝火药、风火砲火药、水火药、先天风火药、一炷香等。书中还叙述了不少火药的配制方法，以及它们在作战中的杀伤作用。

4．阐发了古代火药的诸多理论问题

《武编》阐发的古代火药理论主要有：用君臣佐使的关系比喻硝、硫、炭在火药组配中的地位；论述了硝、硫、炭在火药中的火攻特性与作用；用文武二臣辅君之理比喻硝、硫、炭在火药中的配比关系；利用硝、硫、炭的不同比率配制成不同用途的火药；利用原料性能的特点配制成不同用途的火药。与此同时，书中还用比喻的方法阐发了火药力学的几个问题：

> 口敞则火散而力缓，口撮则火拘而力急；如人开口舒气则无力，撮口出气则有力。药箭出管难则行远，出管易则行近；如射箭后手放箭扣紧则有力，扣松则无力。炮声细则响而震耳，声宏则散而不震耳；如乐声，管声入耳深，鼓声入耳浅①。

其意是说，管形火器的口太宽敞则发火疏散而推力松缓，口聚合则发火紧聚而有力；如同人在开口舒气说话时则无力，合口出气则有力一样。管中火药压得紧则火箭射得远，反之则射得近；如同射箭时手扣箭紧则有力，反之则松而无力。炮声尖锐则响而震耳，炮手宽宏则音散而不震耳；如乐器一样，管乐声入耳深，鼓乐声入耳浅。

上述关于中国古代火药理论的阐发，虽然比较朴素，而且是用比喻的方法说明经验性的结论，其理论的高度还显得不足，但它却反映了明代军事技术家在对火药理论探讨中所取得的可贵成果。

5．叙述了与兵器制造有关的技术和工艺要求

其一是制造兵器所用钢材的冶炼技术和工艺要求。其中包括铁的产地，铁质的精粗优劣，制造刀、铳等兵器所用优质钢材的冶炼工艺等②。这些都受到兵器史学家与冶金史学家的重视。

---

① 《武编》前集卷五《火》，《四库兵家类丛书》二，第727之439页。

② 《武编》前集卷五《铁》，《四库兵家类丛书》二，第727之410～411页。



其二是对火药配制的工艺提出了具体的要求。书中提出：

合药不厌精，碾药不厌细，锤打不嫌多，筑虚最所忌①。

药能精制，以少为多。过与不及兮失其调剂，用之适中兮变理平和②。

其三是制造鸟铳的工艺。其中包括：炼坯，煮筒，钻铳心，锉磨，打制照星火门，镶照星火门，锉铳、磨錾、帮镶，钻火门，打钻修通条，制木枪托，旋底螺丝等。这些都是制造鸟枪不可缺少的工艺过程③。

二、两部练兵专著所反映的军事技术思想

明代后期有关练兵教战的专著，有《纪效新书》与《练兵实纪》两种，都是戚继光所著。书中对军事技术多有论述。

1. 作者与版本

戚继光是明代杰出的军事家、抗倭名将、民族英雄。字元敬，号南塘，晚号孟诸。祖籍定远（今属安徽）。嘉靖七年（1528 年）闰十月初一日，戚继光生于鱼桥镇（今山东济宁东南），17 岁时，其父戚景通病逝，他袭父职任登州卫（今山东蓬莱）指挥佥事，勤于职守，忙于练兵，刻苦攻读兵书。嘉靖三十二年，升任为主管山东防务的署都指挥佥事，统辖 3 营 24 卫，全力整顿部队，整治海防，备倭剿倭。后又升任参将、总兵、都督等职，直到 58 岁时才离开军队。他在 40 多年的戎马生涯中，或在东南沿海抗倭，廓清海疆；或在北方练兵备边，使蓟门宴然。“一年三百六十日，多是横戈马上行”的诗句，是他卫国保家经历的自我写照。他不但有丰富的军事斗争经验，而且写下了《纪效新书》与《练兵实纪》等不朽的军事著作，为后人留下了宝贵的财富。

《纪效新书》有传世的 18 卷本，初成于嘉靖三十九年，系戚继光于东南沿海抗倭时写成，有卷首 1 卷与正文 18 卷。现存有明嘉靖刻本、隆庆刻本与万历刻本。清代以来又有多种抄本与刻本，《四库全书》与《墨海金壶丛书》等都有收录。日本存有宽政九年（1797 年）刻本。另有万历十二年（1584 年）刊刻的 14 卷本，内容与 18 卷本有所不同。此书还有万历十六年、二十一年、三十二年、崇祯十七年（1644 年）等刻本。

《练兵实纪》成书于隆庆五年（1571 年），全书 9 卷，另附成书于万历初年的杂集 6 卷，系戚继光在总理蓟州、昌平、保定三镇练兵时撰写而成。现存有明万历二十五年邢玠刻本、天启二年（1622 年）刻本、清嘉庆十三年（1808 年）刻本与多种丛书本、抄本、刻本等。

两书虽以治军、练兵、教战、布阵等内容为主，但对戚继光重视军事技术的思想，也有充分的反映。

2. 坚持武器装备要“因敌而变置”的创新思想

摒弃墨守成规与因循守旧的陈腐观点，坚持不断创新的思想，是戚继光发展武器装备的一大特色。他认为作战中使用的兵器虽然有多种多样，但是各种兵器

① 《武编》前集卷五《火》，《四库兵家类丛书》二，第 727 之 438 页。

② 《武编》前集卷五《火》，《四库兵家类丛书》二，第 727 之 438 页。

③ 《武编》前集卷五《火器》，《四库兵家类丛书》二，第 727 之 412～413 页。



的“古今所用不同，在于因敌变置”①。又说“器械不利，以卒予敌也；手无搏杀之方，徒驱之以刑，是鱼肉乎吾士也”②。正是在这种思想指导下，他在东南沿海抗倭作战时，根据地形与倭寇作战的特点，组织部下创制了适于山林、水网地带作战的虎蹲炮与狼筅，适于水战的喷筒、火砖、火桶、架射式“三飞火箭”（飞刀箭、飞枪箭、飞剑箭）。连子铳、子母炮等兵器。隆庆二年（1568 年），他到蓟镇练兵后，除将在南方已用有成效的火器移用于北方外，又根据北方地形与游牧民族骑兵作战的特点，组织部下创制了快枪、石砲、引爆地雷的机械式装置“钢轮发火”，改制了无敌大将军炮，改善了守边明军的装备，使地雷的引爆方式，进入了自动化的阶段。

3．注重利用火器最新成果的思想

当葡萄牙人将佛郎机炮与日本人将火绳枪传入我国后，戚继光即迅速采用，将其装备戚家军的车营、步营、骑营、辎重营与水兵营，使这些营装备的火器达到所用兵器总数的一半左右，出现了我国军事史上最早以装备火绳枪炮为主的陆上合成军，以及水上混合船队，成为中国古代军队编制装备发生重大变革的一个明显标志。与此同时，戚继光还在《纪效新书》中，详细记载了鸟铳与佛郎机炮的形制构造、性能特点、制造技术与工艺，记载了火绳枪（即鸟铳）使用的火药配方，以及按照这个配方配制火药的工艺与成品检验标准。同成书年代大致相近的《武编》与《筹海图编》相比，《纪效新书》对佛郎机炮、鸟铳与鸟铳所用火药的记述，要全面、系统、深化得多。

4．重视官兵军事技术训练的思想

戚继光在两部著作中，对官兵的军事技术训练，都有详细的记载与论述，几乎成为当时进行军事训练的规定与“条令”。戚继光认为，士兵有了精良的兵器后，还必须训练其使用方法与技能。有了利器而不会使用，等于没有利器。兵器使用的训练要以单兵为基础，如果使用刀、枪、棍棒、狼筅、佛郎机、鸟铳等兵器的士兵，都能按统一的要求与号令进行训练，使之达到技精艺熟的程度，那么，其战斗力便能得到充分的发挥。在单兵训练的基础上，还要让使用各种兵器的士兵，进行协同作战的训练，以达到各种兵器搭配使用的目的，使之能做到长以护短、短以护长，发挥综合杀敌的效果。同时还要让士兵根据战斗情况的需要，变换所持兵器的使用方法，使长兵器也能作护体的短兵器使用，短兵器也起到长兵器的作用。戚继光所创编的鸳鸯阵，以及由其分解的二伍阵、三才阵，由其合成的菱形哨阵，便是各种兵器搭配使用的最佳阵形。同样，他所创编的水兵营的作战阵形，也是大中小各型战船、各种火器与冷兵器搭配使用的最佳水上作战阵形。为了让将帅能系统地学习兵法，掌握各种武器的使用方法，他还主张兴办“武庠”（即兵法学堂），练习“三军各色武艺，长短器具”，在“精其一二技”的基础上，再掌握其余武艺的概要③。在同期的其他各种兵书，对这些问题的论述，都没有达

① 《练兵实纪杂集》卷五《军器解上》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 846 页。

② 《纪效新书》卷十《长兵短用说篇第十》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 568 页。

③ 《练兵实纪杂集》卷一《储练通论 · 练将艺》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 803 页。



到《纪效新书》与《练兵实纪》的程度。

5. 改善沿边沿海防御的思想

戚继光在《练兵实纪杂集·敌台解》中，对沿边沿海的烽堠台与空心敌台的改建及其装备的改善，都有详细的记载与论述，反映了他"以险制塞"、"以墙挡骑"的思想。经过戚继光组织部队改建了的敌台与改善了的装备，充分体现了火绳枪炮大量装备驻台守军后，以火力控制关隘的时代特色，收到了阻遏游牧民族骑兵长驱直进的作用，是对传统军事筑城技术的发展。

戚继光所著两书中的军事技术内容，既是当时作战训练与国防建设中实用军事技术的写照，也是戚继光军事技术思想的反映，对后世产生了重要的影响。像戚继光这样叱咤风云，既有煌煌战绩，又有洋洋数十万字军事著作的军事家，不但在中国军事史上所罕见，而且也是当时的世界上所仅有。

三、三部海防江防专著所反映的军事技术思想

明代后期有三部海防与江防专著，它们是出自郑若曾之手的《筹海图编》、《海防图论》、《江南经略》，书中对海防与江防中的军事技术内容多有论述，反映了作者的海防与江防思想。

1. 作者与版本

作者郑若曾是明代后期的兵书著述家，字伯鲁，号开阳。弘治十六年（1503年），郑若曾出生于昆山县（今属江苏）的一个书香门第，自幼受到良好的家庭教育，长大后又受到魏校、王守仁、湛若水等名师的教诲，常与归有光、唐顺之、茅坤等学者共同探讨学问，对天文、地理、地图、军事与政治等问题都有所研究。嘉靖十五年（1536年）贡生，曾两次科举不中。嘉靖三十一年，倭患日益猖獗，唐顺之劝郑若曾著述海防图籍。郑若曾将搜集到的有关资料，编写成我国第一部海防专著《筹海图编》，于嘉靖四十一年成书。胡宗宪为之作序，于次年付印。郑若曾因参加抗倭作战有功，朝廷曾晋封其官爵，但被他辞谢。晚年仍潜心著书，除《筹海图编》、《海防图论》、《江南经略》外，还有《郑开阳杂著》（《海防图论》载其中）、《四隩图论》、《尚书集义》等。郑若曾一生不求仕途进取，但求学问精深。隆庆四年（1570年），郑若曾去世，终年68岁。

《筹海图编》是郑若曾的一部代表作，专为防海备倭而作。全书13卷，约26万字，114幅地图，初刻于嘉靖四十二年，二刻于隆庆六年。此外还有明万历本、天启本、清康熙本与《四库全书》本等。上述诸版本以嘉靖与隆庆本为优，万历与天启本多有删削；天启本题为《明少保新安胡宗宪辑议》，《明史·艺文志》题为胡宗宪撰，都有误；康熙本则劣在妄增。书中第13卷《经略三》，为专论兵器与兵船的军事技术篇。

《海防图论》系"海防图"与16篇论文的合集。又称《海防图说》、《海防论》等，旧题胡宗宪撰，其内容都辑录自郑若曾的《万里海防图论》（见《郑开阳杂著》），故有的版本著录为郑若曾撰是符合事实的。此书在嘉靖年间曾以《万里海防》之名刊印过，但此刊本迄今未见。万历年间的刻本改称为《海防图说》。后被《兵垣四编》、《长恩书室丛书》、《知不足斋丛书》等收录，均题为《海防图论》。



《江南经略》是郑若曾继《筹海图编》后辑成，首刊于隆庆二年（1568 年），共 8 卷，每卷分上下，约 10 余万字，附图 185 幅，与《筹海图编》有较大的互补性。现存隆庆二年、万历四十二年（1614 年）据隆庆本重刻本、清康熙本与《四库全书》本。

2. 重视海防与江防的思想

郑若曾在《筹海图编》与《海防图论》中，最早提出“御海洋、固海岸、严城守”的海防战略，主张建立近海、岛屿、沿岸、城镇多层次的防御体系。书中对沿海的地理形势，海防方略与部署，兵器装备，中日两国历代的交往，倭寇袭扰我国沿海的历史，入侵的路线，对倭作战的战略战术，平倭作战的战绩，都有详细的记载与论述。

《江南经略》是郑若曾专为防范倭患而作的江防专著，与《筹海图编》成姐妹篇。书中提出：“御倭之法，海战为上，故先之以海防图。海防失守，而后滋蔓及江，故江防图次之①。”书中对长江入口处的上海、华亭、镇江的地理形势，山川险易，历史演革，战略地位，城池兵马，倭患历史等问题，都作了详细的论述与考证。

3. 御寇莫先于军火器械的思想

郑若曾认为，加强海防与江防不仅要谈经论典，而且要重视军火器械的制造与使用技术，所以他在《筹海图编》卷十三《经略三》之“兵器”与“兵船”，以及《江南经略》卷一上《兵务举要·兵器》、卷八上《杂著》等军事技术专论中，对海防与江防所必备的各种冷兵器、火器、战船、城防等问题，进行了详细的论述，记载了众多的制品，同时反映了他的下列军事技术思想。

其一，要严格注重质量。郑若曾认为兵器与战船，只有精心制造才能满足实战的需要。为此他要求：“制器须令知兵主将廉且明者，自为料理，无徒付之委官。制完解送巡抚军门，逐一亲验”②。“造船必用使船之人，则造必坚固。使船就用造船之人，则使必爱惜。若委一班（般）人造之，又委一班（般）人驾使（驶）之，则侵尅暴殄，不堪用，不耐久”③。

其二，制器须“随时变化，出奇制胜”④。郑若曾认为，统兵将领对于兵器的制造与使用，不可泥古守旧，而要根据实战的需要，“随时变化，出奇制胜。”他以冷兵器为例，在《江财经略·杂著》中列举了刀、枪、弓、弩、棍棒、鞭、链、锤、镋、狼筅、盾牌等多种新创的制品⑤。与此同时，他还主张推选技艺超群者为师，“艺超于百人者推为百人之师，超于千人者推为千人之师，超于万人者推为万人之师”⑥，只有这样，才能每战必胜。

其三，要善于吸收外来火器之长。郑若曾十分重视火器的制造与使用，认为

---

① 《江南经略·凡例》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 4 页。
② 《江南经略》卷一上《兵务举要·兵器》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 16 页。
③ 《江南经略》卷一上《兵务举要·兵器》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 16 页。
④ 《筹海图编》卷十三《经略三·兵器》，《中国兵书集成》16，第 1332 页。
⑤ 《江南经略》卷八上《杂著·兵器总论》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 426～428 页。
⑥ 《江南经略》卷八上《杂著·兵器总论》，《四库兵家类丛书》三，第 728 之 428 页。

海战中以战船为上，“次则恃火器”①。他所说的火器，除中国传统的火箭、铳炮之外，还要及时吸收外来火器的创新成果。他在《筹海图编》中，详细记载了从佛郎机国（即葡萄牙）传来的佛郎机炮、火绳枪与发射火药，介绍了它们的形制构造、制造方法与先进性，为欧洲火器在中国的最初传播，作出了重要的贡献。

4．战船构造要因不同海域而异的思想

战船的建造与使用技术，是郑若曾论述加强海防与江防的主要内容。这些内容在《筹海图编》与《江南经略》中，都占有较多的篇幅。其中《筹海图编》卷13共列出战船17种：广东船、大头船、尖尾船、大福船、草撇船、海沧船、开浪船、高把梢船、艟䑸船、苍山船、八桨船、鹰船、渔船、网梭船、两头船、蜈蚣船、沙船等。书中有文有图，对它们的形制构造、吃水深浅、航行特点、武器装备、船具配备、作战用途与作用等，都作了深入的分析与论述。这些成果都被其后问世的兵书所转载。茅元仪所编纂的《武备志》，正是以这些战船为基础而编成《战船》篇的。

《江南经略》卷上则以“海船论”、“福船论”、“沙船论”等篇章，对这三类战船的性能、在不同海域中的适航性、优劣利弊、战斗作用的发挥等各种问题，都作了深入的论述，具有一定的科学性。如在“海船论”中所论：

> 海中使船，不畏重而畏轻，不畏深而畏浅。苏州近洋多暗沙伏途，易于胶浅（即搁浅）。沙船底平而轻，能调戗使斗风，不畏滚塗浪，且北洋可抛铁锚，故用沙船也，广、福船至此岂相宜哉。闽浙远洋，寥邈空阔，风涛常拍天，广、福、苍山铁之类（战船）重而底尖，可以破浪，且南洋可下木碇，故用广、福船也，沙船至此岂相宜哉②。

5．海战以战船为主以火器为辅的思想

郑若曾认为，海战中御敌与击贼，首先要依靠具有攻击力的大型坚固的战船，其次要凭借优势的火器。“若以我大船犂敌小船，触之无不坏者，其次则恃火器”③。为此他主张在部署海战战船阵形时，应以大型战船为中军指挥船。中军船前要配置中型战船，船上安装几门佛郎机炮。中军船的两翼之前也应配置中型战船，船上安装数十门中型船炮。船阵的四周要配置众多的小型战船，船上装备数十支乃至上百支鸟枪与火铳。各船编完字号，每数船列为一行，再由多行编为全阵。作战中，昼则挥旗为号，夜则振鼓为节，迭出更进，临机应变无穷，以此战胜敌船④。这是郑若曾对当时以装备火绳枪炮为主的混合船队，进行水战时所采用的战术与技术的一段精彩论述，也是他关于大中小型战船相编配，远中近程火器相并用的水战战术与技术思想的反映，这同戚继光对水兵营进行水战的战术与技术训练的论述基本一致，具有鲜明的时代特色。

郑若曾所著海防与江防的三部专著，多系耳闻目睹、潜心研究的成果，翔实可信，既总结了前人的经验，又指导了当时海防与江防的筹划与建设，至今仍有

---

① 《筹海图编》卷十三《经略三·兵器》，《中国兵书集成》16，第1293页。

② 《江南经略》卷八上《杂著·海船论》，《四库兵家类丛书》三，第728之430～431页。

③ 《江南经略》卷八上《杂著·火器论二》，《四库兵家类丛书》三，第728之429页。

④ 《筹海图编》卷十三《经略三》，《中国兵书集成》16，第1239页。



借鉴的价值，受到学者专家们的重视。

四、两部造船专著所反映的军事技术思想

明代沈岱所著的《南船纪》与李昭祥所著《龙江船厂志》，是中国古代不可多得的造船专著。历代学者似乎很少有人将它们看作军事技术著作。但是从书中所记载的各型船只可以看出，它们大多是战船，对船只建造的管理方式与船只用途的论述，又都具有军事色彩，是名副其实的军事技术专著。

1. 作者与版本

《南船纪》成书于嘉靖二十年（1541 年）。作者沈岱是明代杰出的水利与造船专家。字子由，号江村，江苏吴江县人。生于弘治四年（1491 年）。正德十四年（1519 年）举人，嘉靖十七年进士，授南京工部营缮司主事，旋调刑部主事。后出任绍兴知府，政绩甚佳，升任湖广按察副使，多为善政，解民疾苦，终因得罪缙绅而被罢官。晚年居仙人山，潜心著书。终年 78 岁，赠都御史。有《吴江水利考》5 卷、《南船纪》4 卷，以及《南厂志》、《牧越议略》等多种著作传世。《南船纪》是其代表作①，向有锓本，其八世孙沈守义为之重刊。今仅北京图书馆藏有清乾隆六年（1741 年）沈守义刻本一部，为便于读者查阅，该馆曾复制一部。1989 年 12 月，中国造船工程学会船史研究会，又将其影印一部分，作内部交流用。

《龙江船厂志》是明代造船厂志专著。作者李昭祥是明代造船厂管理专家，字元韬，松江府上海县（今上海市）人。生卒年不详。嘉靖十六年（1537 年）举人。嘉靖二十六年进士。初任知县。嘉靖二十九年，任工部都水清吏司主事，派赴龙江造船厂督造船只。到任后，除主持督造船只事务外，便着手编纂厂志，于嘉靖三十二年印行。1949 年，南京中央图书馆收入《玄览堂丛书续集》影印发行。

2. 内容各有侧重的两部造船专著

《南船纪》以战船等各型船只为主线，论述与造船有关的事项。第一卷记载了黄船、战巡船、桥船、后湖船、快船等船的图形、各部构件与船具的尺寸，以及用料数量、裁革等内容。第二卷记载了明代前期各卫所驻军所配战船的数量、修造规定，以及历年裁革和增造的情况。第三卷记载了南京工部都水清吏司与龙江造船厂等部门的编制，以及船厂所属地产内容。第四卷记载了造船、收船、收料、料余与考核等规章制度，保留了古代造船工料的精确数据、造船定额。

《龙江船厂志》以龙江造船厂的组建、组织编制、规模、主要业务为主线，论述与造船事业发展有关的事项。第一卷《训典志》记载了明代前期历届朝廷关于造船的上谕、船政制度、官员的奏议、造船的成规、有关部门的职掌，以及《明会典》的有关条文。第二卷《舟楫志》记载了明代前期所造船只的名称、数量、形制构造与图形。第三卷《官司志》记载了龙江造船厂的编制员额。第四卷《建置志》记载了龙江造船厂的厂址地势、道里广狭、署宇沿革、坊舍（车间与房舍）的兴废。第五卷《鈫财志》记载了龙江造船厂的田亩收入、木料（长 1 尺）与单

① 从书中所载“蜈蚣船”的沿革，以及《龙江船厂志》成书的年代可以判知，该书成于嘉靖十三年至三十二年（1534—1553 年）之间。



板的价格，以及各种杂料。第六卷《孚革志》，记载了兴利除弊的各种规章制度。第七卷《考衷志》记载了造船所用人工与材料数额的核定。第八卷《文献志》记载了历代所创船只的形制构造、造船官员的设置与名称、船舶使用的情况，从中看出历来轮船之异同与用船之利钝。

3. 造船要“尽变通之利”的思想

沈岱在《南船纪》卷一《裁革船图数五》中，阐述了他关于造船要因时而变的精辟见解。他认为，凡事“变则通，通则久”。造船与制造其他器物一样，若要充分发挥它的用处，就必须要按时代的需要制作，这是制造任何器物都不可违背的规则。故：

因革损益，君子亦难随时以尽变通之利而已。何也？利也者时之所便而安者之谓也。或有利于古而不利于今者，君子从而革之。非君子有心于革也，利之穷也。或有不利于今而利于后者，君子从而兴之。非君子有心于兴也，利之通也……向使其不利也，于何举之？使其利也，于何废之？故曰时也。

沈岱变革船制船型的思想，不仅在于要革那些利于古而不利今的船制船型，而且要变革那些不利今而利于后的船制船型。这并不是有志从事造船者故意要这样做，而是让所造之船能够充分发挥其作用的必然要求。这是沈岱高瞻远瞩变革思想的反映。

4. 混合编队奇正并用的思想

沈岱与李昭祥是以研究战船建造为主的船舶建造专家，因此对战船使用的战术与技术问题也有独到的见解。他们认为，水战与陆战一样，具有“兵无常形，阵无史法”的特点，参战的战船，船体有大有小，“修短广狭不可律齐，其集众材而始成一”①，只有各型战船混合编队，奇正并用，因变设奇，才能投机制胜②。他们以各型战船在水战中的作用不同为例，对此作了进一步的论述。他们指出：大型的四百料战船，船体“大而雄，坚而利……有不战而先夺人之心”的气势③。中型的二百料战船船首设车罗、拍杆，舱面建女墙战棚，舷侧有桨有橹，战具船具毕备，有攻战之利④。小型的一百料与参板船，“船小而速，则贵之往来游击，以尽其奇……出没无端，以尽其神”⑤。浮桥船用之为桥梁，“此兵家所不容废也”⑥。九江式哨船与安庆哨船系微型战船，但江船之速者“莫如安庆、九江者，或为向导，或为挑战，或为疑兵，或为伏甲”⑦，诚为水战中之不可或缺的战船。即使是渔船，也具有往来神速的特点，“善阵者所不废也”，“岂可以其小而略之也哉”⑧。这些论述足以说明沈岱与李昭祥，是明代后期通晓战船使用理论的战船建造家。

---

① 《龙江船厂志》卷二《舟楫志》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第510页。
② 《龙江船厂志》卷二《舟楫志》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第516页。
③ 《南船纪》卷一《一百料战船》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第434页。
④ 《南船纪》卷一《一百料战船》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第438页。
⑤ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第442页。
⑥ 《龙江船厂志》卷二《舟楫志》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第517页。
⑦ 《南船纪》卷一，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第453页。
⑧ 《龙江船厂志》卷二《舟楫志》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》一，第516页。



5. 辑录了上古至明初战船与水战的纪事

李昭祥在《龙江船厂志·文献志》中，对明初以前有关战船建造与水战之事，作了概要的辑录。其内容上自《周易·系辞八下》关于上古“刳木为舟，剡木为楫”的追记，下迄洪武四年（1371年）明将廖永忠建战船300艘，溯江而上进攻四川夏政权的战事，前后将近3 500年。其中提到的著名战船与战具有上百种，所记载的著名水战有数十次，从中可以看出中国古代主要战船演变的轨迹，以及主要水战的规模与战术、技术运用的水平。

第二节　万历至崇祯年间的军事技术论著及其所反映的军事技术思想

万历至崇祯年间（1573—1644年）的军事技术论著，大致也同嘉靖至隆庆年间的军事技术论著一样，可以分为三大类。其中论述军事技术内容的综合性兵书有《登坛必究》、《兵录》、《武备志》。论述某一类军事问题而涉及相关军事技术内容的兵书有《阵纪》、《四镇三关志》、《车营扣答合编》。关于军事技术的专著有《神器谱》、《西法神机》、《火攻挈要》。

一、三部综合性兵书所反映的军事技术思想

《登坛必究》、《兵录》、《武备志》这三部著名兵书，虽然在编纂体例上与《武编》大致相似，而且也吸收了《武编》中包括军事技术内容在内的许多新鲜成果，但是在内容的广度与深度上都有较大的扩展与延伸，比较充分地反映了中国古代军事技术发展到鼎盛时期的全貌。

1. 作者与版本

《登坛必究》的编纂者是王鸣鹤，字羽卿，山阳（今江苏淮安）人。生卒年不详。史传他出自将门，万历十四年（1586年）武科进士，授淮安卫指挥同知，后升湖广郧襄守备。其间曾发生卒伍大哗，以兵劫制府，酿成兵变。羽卿仗剑誓死，奋身人军中，置生死于不顾，平息兵变，因功升湖广行都司佥事。兵部选将才得中，升陕西游击，累迁官至广西总兵、骠骑将军。他鉴于当时社会上轻视武将，以及武将亦自轻而不知兵的状况，从历代兵书与各种典籍中搜集资料，编纂成《登坛必究》，于万历二十七年首刻。全书40卷，72类目，约100万字，附图560余幅，其规模仅次于《武备志》。今存万历刻本与多种清刻本。军事技术内容集中于第二十七至三十卷中，其他一些卷中也有所涉及。

《兵录》是一部著名的综合性兵书，作者何汝宾，字寅之，一作仲升，吴郡（今江苏苏州）人，生卒年不祥。《吴县志》称他袭任苏州卫指挥，于天启二年（1622年）调任昌国将军，因征战有功，升广东都司都督佥事。他自称在公职之余，披阅各种兵书，辑其精粹，加以编纂，于万历三十四年（1606年）秋刻印，题名《兵录》。现存较早的两种刊本刻于崇祯年间：其中一本有刘凤、魏浣初、俞琬纶、陈子壮、陈元素等6人的序与自序；另一本增有杨述程序与“崇祯元年岁在戊辰仲秋之吉重订于粤之正气堂”牌记。此外，还有明抄本与清抄本传世。全书14卷，约21万余字，附484幅图。军事技术方面的内容除集中于十一至十三卷外，其他各卷亦有所见。



《武备志》是我国古代规模最大的一部兵学巨著，被兵家誉为古典兵学的百科全书。作者茅元仪，字止生，号石民，归安（今浙江吴兴）人。著名学者茅坤之孙。万历二十二年（1594年），茅元仪生于一书香门第，自幼博览群书，成年后又熟谙军事，通晓用兵方略，对长城沿线的隘道了如指掌。面对后金的崛起，明廷的腐败，他立志发奋著书，探讨历代兵法韬略，搜集器械战具资料，集多年心血，于天启元年（1621年）刻印，自此声名大振，以知兵之名被任命为赞画，随大学士孙承宗督师辽东，抵御后金，并到江南募集战船舟师，提高明军的战斗力。茅元仪与同期的孙承宗、袁崇焕、徐光启、李之藻、孙元化等人，同为御敌保国之中坚。孙承宗遭排挤后，茅元仪亦被削除官职，以病告归。

崇祯帝继位后不久，他进呈《武备志》，因被权臣王在晋等中伤，以傲上之罪被放逐至定兴（今属河北）江村。崇祯二年（1629年）冬，后金骑兵直逼北京，孙承宗奉命再度督师。茅元仪与24骑护卫孙承宗，从东便门突至通州（今北京通州区），击退后金军后，解了北京之危，茅元仪因功升为副总兵，督理觉华岛（今辽宁兴城菊花岛）水师。不久被权臣所忌而解职，又受辽东兵哗之累，遣戍漳浦（今属福建）。辽东军情危急时，他又请求效死勤王，遭权臣阻挠，约于崇祯十年前后纵酒而亡。茅元仪文武双全，时人称道"年少出西吴，名成北阙闻，下帷称学者，上马即将军"。他一生曾有60种、数百万言的著作，但因屡遭禁毁，散佚较多，而《武备志》得以传于后世。

《武备志》共240卷，200余万字，附738幅图，分兵诀评、战略考、阵练制、军资乘、占度载五部分。军事技术方面的内容集中于一百零二至一百三十四卷中，其他一些卷也有所涉及。现存有明天启本、清莲溪草堂本、清初刻本、清道光木活字本、日本宽文四年（1664年）须原屋茂兵卫等刊本，清乾隆年间被列为禁书。

2. 对军事技术作了比较明细而科学的分类

上述三部综合性兵书虽然在篇章结构的形式上各不相同，但内容十分丰富，都由军事理论与军事技术两大部分组成。它们在仿效《武经总要》编纂体例的基础上，把各门类及其内容的广度与深度大加扩展与延伸，使学科分类更为明细而科学。以《武备志·军资乘》为例，作者按营、战、守、水、火、饷、马等8个分类次序，由大要至细端，逐层深入，次第落笔：军队集结出征至战地，首先要安"营"，其次要议"战"，既要部署"攻"，又要准备"守"，进攻之方须"水攻"与"火攻"兼用，将士作战须以"饷"粮为炊，以"军马"为性命，故最后论述战马，使战事的全过程都毫无遗漏地写在书中。在阐述这8个方面的要义时，详细列举了作战活动所赖以进行的全部军事技术条件。书中从卷一百零二至卷一百三十四的33卷中，把古代军事技术又按野战、攻城战、守城战、水战、火攻等5项逐一列出。对兵器、战车、战船等各种武器装备的制造与使用技术，以及城池等军事工程的建筑与运用技术，都作了明细而全面的分析。其中器械之下分刀矢弓弩箭等33个细目。制火器法、用火器法、火器图说等3目之下，各分37个细目、5个细目与4个细目，具有严密的逻辑性与较高的科学性。

3. 汇集了众多的创新成果

在上述三部综合性兵书中，记载了中国古代数以百千计的冷兵器、火器、攻



守城器械、战车、战船，大多为其他兵书等典籍所未载。如《登坛必究》中的32种箭头图、大神铳滚车与灭虏炮①。《兵录》中用以攻击敌军战船的钉篷火箭②。《武备志·军资乘》共55卷，其中军事技术内容有33卷，约占全书篇幅的14%；记载的军事技术成果有六七百种：有新创制的火毬与喷筒十多种，单管与多管手铳十多种，轻型与重型火炮十多种，单发与多发火箭十多种，地雷与水雷十多种，装备火器的战车与战船十多种③。这些创新的军事技术成果，既有在《武经总要》基础上的改制品，又有明军在实战中所使用的兵器、战车与战船。这些制品虽然在明代后期先于《武备志》成书的《武编》、《纪效新书》、《练兵实纪》、《筹海图编》、《江南经略》、《陈纪》、《神器谱》、《登坛必究》、《兵录》等兵书中，都有若干种记载，但都不如《武备志》的记载全面。因此，《武备志》堪称集中国古代军事技术成品之大成的兵书，具有鲜明的时代特色与浓厚的民族特色。更为重要的是《武备志》还刊载了神火飞鸦、火龙出水等二级火箭，以及"郑和航海图"、"过洋牵星图"等内容，这是其他军事技术论著所没有记载的珍贵史料，而《郑和航海图》与《过洋牵星图》，则为研究明代航海技术的发展，提供了绝无仅有的文献依据。

《郑和航海图》的全名是《自宝船厂开船从龙江关出水直抵外国诸番图》，刊载于《武备志》第240卷，原图24页，有240字的序一篇，地图24页。《过洋牵星图》4幅，2页。关于《郑和航海图》绘制的年代与成图的渊源等问题，在学术界有多种说法。其中高荣盛先生经过对多种历史文献与郑鹤声、郑一钧等先生论著的综合考证与研究后，认为"《郑和航海图》编绘于郑和第六次和第七次出使（1422—1430年）之间。该图以明初的航海实践和我国海道图籍为依据，吸收了域外海道图的成分，体现了我国航海事业的杰出成就"。由于《郑和航海图》在明初绘成后不久即藏入官府档案，故未能在社会上流传，直到茅元仪在编纂《武备志》时，才将它收于书中，同《过洋牵星图》一并流传后世[25]。

4. 记载了不少武器装备的制造技术与工艺

上述三部兵书对不少冷兵器、火器、攻守城器械、战车、战船等武器装备的制造技术与工艺，都有繁简程度不等的记载。如《兵录》对安有枪刺的子母鸟铳、焚烧敌军船帆用的飞火槌，以及50多种传统火药的制造技术与工艺，都有比较详细的记载④。《武备志》则对收录于其中的各种武器装备的制造技术与工艺，几乎都有所记载。

此外，上述三部兵书还对古代火药理论，以及古代火器在作战中的使用等问题，作了比较全面与深入的论述，这些都在前文中作了介绍，此处不再赘述。

二、《阵纪》所反映的军事技术思想

《阵纪》是一部论述官兵选练与作战问题的专著。书中在论述与此有关的军事

---

① 《登坛必究》卷二十九《器械》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第616、624页。

② 《兵录》卷12《火箭·钉篷火箭》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第706页。

③ 《武备志》卷一一九至一三四，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第985～1137页。

④ 《兵录》卷十二《子母铳》、《飞火槌》，卷十一《火攻总说》、《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第688～689、713、661～677页。



问题时，也以较多的篇幅，涉及许多武器装备的使用等问题。

作者与版本如下：

《阵纪》的作者何良臣，字际明，号唯圣，余姚（今属浙江）人。生卒年不详，约生活于正德至万历年间。早年擅长辞赋，以诗文知名乡里。青年时代热爱军事，喜读兵书，“自结发从戎海上”，积累了丰富的战争实践经验与军事理论知识。由于明廷军政腐败，何良臣因长期怀才不遇而仗剑发出“知阵无所事阵”的慨叹。他的咏叹诗具有浓郁的军人气势，所以川西张应登说：“诵其诗，纪律严明，有正正堂堂之气，登坛对垒，旗鼓相当者，不数也。”① 在他有幸当上幕僚，参与练兵后，军事才能方为人知。后因在长安立过战功，被升为偏将，最后升至蓟镇游击将军。著有《阵纪》、《军权》、《利器图考》、《制胜便宜》等兵书。其中《阵纪》最受世人的重视。

《阵纪》的成书年代虽不可确考，但从书中引用《纪效新书》中的鸳鸯阵与闽浙抗倭的方略，可知其成于《纪效新书》问世的嘉靖三十九年（1560 年）之后；又从张应登作于万历十七年（1589 年）五月的“跋”，可知其成于此“跋”之前。全书 4 卷，66 篇，约 48 000 余字。现存有万历十九年刊本，清嘉庆二十二年（1817 年）《墨海金壶丛书》本、道光年间《珠尘别录丛书》本、道光二十六年（1846 年）《惜阴轩丛书》本、道光二十八年《瓶花书屋丛书》本、民国年间《丛书集成初编》等版本。

《阵纪》对士兵的选练、作战的理论多有论述。对车战、骑战、步战、水战、火战、山林泽谷之战、风雨雪雾之战等不同样式的作战，以及这些作战的战法、所用的兵器装备，都有专门的研究。更为独特的是何良臣在《阵纪》中，对明军的武器装备及其使用技术、对军事工程设施及其运用手段，都有详尽的记载。主要有以下两个方面：

其一，记载了众多的武器装备

据不完全统计，书中提到的武器装备约 400 余种②。其中有用于指挥部队进退、分合、束伍与指示方向的旌旗幡帜，以及用于壮声势、振军威、发号令、别行动、变奇正的金鼓钲铎、号笳钹梆等军中乐器。有用于射远的弩 50 多种。有用于格斗的刀枪剑棒、鞭锏叉钯、斧镰钩挝等十八般兵器数十种。有用于燃烧、爆炸的传统火器，以及火箭、火绳枪炮等射击火器一二百种。有用于车战的数十种军用车辆。有用于水战的数十种战船与水战兵器。有攻守城器械数十种。上述各种武器装备，有的在其他兵书中有所记载，有的则仅见于《阵纪》中，它们大多被茅元仪收录于《武备志》中。《四库全书总目·阵纪提要》中说，何良臣在书中所论之事与所提到的武器装备，都是：

> 目睹形势，非凭虚理断，攘袂坐谈者可比，在明代兵家，尤为切实近理者矣③。

---

① 《阵纪·跋》（张应登书），《中国兵书集成》25，第 823 页。

② 《阵纪》卷二《技用十五篇》，《中国兵书集成》25，第 711 ~ 742 页。

③ 清·纪昀等撰：《四库全书·阵纪提要》，《四库兵家类丛书》二，第 727 之 675 ~ 676 页。



其二，提出了因人而授器的思想

何良臣指出，给士兵配发兵器时，既要考虑其个人的长处，又要照顾队列编排的搭配，做到长短兵器交错配置，协同作战，不固守成法，而要发挥各种兵器综合杀敌的效果。因此，对年龄稍大而有胆气者，配给长方形盾牌，令其列于全队之前，掩护其后的士兵进行作战。让健壮而进退沉着稳重者，持既长又重的狼筅进行作战。让年少灵便而手足轻捷者，持轻便的圆形藤牌跳荡而前。让体魄强健而血气方刚者，持长枪刺敌。让勇猛强悍而动作敏捷者，用短兵器杀敌。让形小体轻而坚健伶俐者，用鸟铳与药弩射敌。与此同时，要在所有士兵使用的兵器上刻凿姓名，以便核查与管理，并杜绝发生遗弃兵器的现象发生①。这种装备兵器因人而异，使用兵器互补短长的思想与做法，对提高明军的战斗力产生了一定的作用。

三、《车营扣答合编》所反映的军事技术思想

《车营扣答合编》是明代后期，关于火器与车、步、骑编组成合成车营进行协同作战的专著。由《车营百八叩》、《车营百八说》、《车营百八答》与《车营图志》组成，又名《车营百八叩答说合编》或《车阵扣答合编》。由孙承宗与其部属茅元仪、鹿善继、杜应芳等合著而成，原各自独立成篇，自晚清始合为一书。

作者与版本如下：

孙承宗，字稚绳，别号恺阳，祖籍河南，世居高阳（今属河北）。嘉靖四十二年（1563 年）生，万历三十二年（1604 年）进士，有智谋，畅晓边事。天启二年（1622 年），任兵部尚书兼东阁大学士，经略辽东，在边 4 年，调整山海关地区指挥系统，额定兵制，筑城堡 54 座，练兵 110 000，开屯 5 000 顷，派部将戍守锦州、松山及大小凌河，拓地 200 余里，声威大震。后遭魏忠贤阉党排挤而削职。崇祯二年（1629 年），后金皇太极率 100 000 大军突破喜峰口，直逼京师，崇祯皇帝命孙承宗驻守通州（今北京通州区），拱卫京师，收复遵化等 4 城，重振蓟辽。崇祯四年，孙承宗再次被罢官，退居故里高阳 7 年。《牧斋初学集·孙公行状》说他“门无宾客，室无媵侍，居无玩好，出无舆从。危椽老屋，粝饭事酒，丛书散佚，篝灯讲诵，夏扇冬炉，孙子夹侍，正襟危坐，俨如图刻”。崇祯十一年十一月，清军围高阳。76 岁的孙承宗带领全家登北城死守。城破后，清军以官禄诱降，以死相威逼，当着孙承宗的面杀死其宁死不降的孙子。孙承宗不为所动，视死如归，从容就义，其子孙 19 人皆力战而死，仅有第六个儿媳怀抱其孙，隐蔽草垛而幸免于难，可谓满门忠烈。他著述甚丰，有《督师全书》100 卷、《督师事宜》18 卷、《文集》100 卷等传世，而《车营百八叩》、《车营百八说》则是其代表作。

鹿善继，字伯顺，号乾岳，定兴（今属河北）人。万历三年（1575 年）生，万历四十一年进士，官至太常寺少卿。随孙承宗督师蓟辽，又随孙承宗罢职，二人交谊深厚。崇祯九年（1636 年）清军攻定兴，鹿善继入城助守。城破，不屈而死。著有《营阵图制》，并参与《车营百八营》、《前督师纪略》、《后督师纪略》等著述。

① 《阵纪》卷二《束伍》，《四库兵家类丛书》二，第 727 之 679 页。



杜应芳，忻州（今属山西）人，生卒年不详。初任顺天府（今北京）通判，于天启二年（1622 年）随孙承宗督师蓟辽，任武库主事，与兵部主事孙元化共同管理和督造火器，成绩显著。他善制炮、造车与多种兵器。参与《车营百八答》、《后督师纪略》的著述。

现存《车营扣答合编》的最早版本刻于清同治八年（1869 年），后有光绪六年（1880 年）铅印本、另有《车营百八叩》之《荆驼逸史》二卷本（道光年刻）、《畿辅丛书》一卷本，《车营图制》清刊本、清抄本等。全书共有 4 卷，以问、答、说的形式，论述了车营作战的原则与方法，共列 108 题，故以“百八”为题，反映了孙承宗等人使用火器于战车后的作战思想。主要论点有三。

其一，注重发挥火器作用的思想

书中所提到的车营，实际上是一种火器与战车相结合的车炮营。因此，他们认为这种车营的特点是“火（器）以车习，车以火（器）用”①。在以车炮营为主体的军队编成中，步骑车舟、众寡奇正，无一不用火器，用车的关键在于使用火器。火器的使用要长短相济，轻重结合，以使最充分地发扬火力优势。

其二，倡导水陆协同与车步骑辎重协同作战的思想

孙承宗在《车营百八叩·序》中，对运用合成车营作战的要旨，作了详细的阐发：运用合成车营作战的关键，在于充分发扬火器（主要是火炮）的威力，发扬火器的威力又在于发扬各营协同作战的优势，不论是水战、陆战，或是陆上车步骑辎重的协同作战，或是水上与陆上协同作战，都在于此②；战车因装备了火炮，才有更强的战斗力，火炮要用战车运载，才能提高其快速机动的能力。这就是孙承宗所说的车营叠阵战法的真谛。这种战法，只有在西洋大炮（即红夷炮）与灭虏炮等各型火炮大量使用的条件下，才会出现，因此具有明显的时代特色。它比戚继光以使用佛郎机炮为主而形成的合成军战法，又前进了一大步。

其三，使用车营作战必须坚持因敌制变的思想

孙承宗等认为，使用合成车营进行作战时，必须要因敌、因人、因天、因地而变，不可拘泥一法。他们指出：

> （若遇小股敌人），则一冲领一面之兵出战，而一面之中自为两翼。步战则骑为奇伏，骑战则步为奇伏。（若所遇之）敌大，则四冲领四面之兵出战，步战亦骑为奇伏，骑战亦步为奇伏，而以中权督之。枪用连环，炮用叠阵，更迭出入循环无端，故一营之马步矢炮无一不可为用，而守战具得其宜③。

车营的优越性虽大，其关键还在于人，车兵要熟练战法，各级指挥员要掌握方略，才能应变无穷。车营受地形的限制很大，所以官兵要善于因地制宜，或据险设伏，或旁出袭敌，或长驱拒敌，这样才能每战必胜。车营布阵须灵活机动，当圆而圆，当曲而曲，当直锐而直锐，随机应变，才能取胜。

---

① 《车营扣答合编》卷二《百八扣序》，《中国兵书集成》37，第 76 页。

② 《车营扣答合编》卷二《百八扣序》，《中国兵书集成》37，第 76 页。

③ 《车营扣答合编》卷一《车营百八答·第百六答》，《中国兵书集成》37，第 192～193 页。文中的“冲”是车营的一级编制，每营 4 冲，每冲 2 衡，每衡 4 乘，每乘 4 车，每车 25 人；每营 3 200 人、编车 128 辆。



四、《四镇三关志》所反映的军事技术思想

《四镇三关志》是明代后期的一部兵要地志专著，书中在记述蓟州、昌平、保定、辽东等四镇的兵要志，涉及了守备兵器与军事筑城等军事技术内容。

1. 作者与版本

《四镇三关志》的作者刘效祖，字仲修，号念庵，滨州（今山东滨县）人，生卒年月不详，后寓居京师（今北京），嘉靖二十九年（1550年）科进士，授卫辉司州，迁户部主事，官至陕西按察司副使，68岁去世。有《春秋窗稿》、《刘仲修诗文集》传世。

《四镇三关志》成书于万历四年（1574年），内分10卷，约75万字。清雍正《山东通志·经籍志》、乾隆《莱州府志·艺文志》，都著录《四镇三关志》10卷。《千顷堂书目》以《边门通志》为名，收录此书目。《明史·艺文志》作12卷，实误。1971年，全国图书馆文献缩微复制中心影印出版了此书，分上下两函。

2. 主要的军事技术内容

《四镇三关志》对蓟州、昌平、保定、辽东四镇，以及山海关、居庸关、紫荆关等三关的军事部署、兵器器械、长城各段的修建，都有较详细的记载。

书中收录了多种构造特殊的战车与兵器图形，如车载式望杆车（即望楼车）、火药车、火箭车，象鼻刀、燕尾枪、蛇枪、凤头枪、矛镰镋、文武镋，以及无敌大将军、大将军、二将军、三将军、三眼铳、四眼铳等枪炮①。这些武器装备在其他文献中，有的只见文而不见图，有的连文字记载也没有，甚至连《武备志》也没有收录。

书中对明代四镇三关驻军的建置、编制员额、兵器与战车配备的数量，都有详细的记载。从记载中可知，山海关驻军装备的火器数多于冷兵器，说明山海关是明军守备的重点，在武器装备上火器居优先的地位。古北口驻军装备的火器数与冷兵器数大致相等。蓟镇驻军中辎重营的编制数、振武营（车营）的编装备数，大体与戚继光编练的辎重营与车营相近而不相上下②。

书中对四镇三关之关、堡、台等修筑的年代、规模、军事形胜与沿革，都有较详细的记载，具有重要的参考价值③。

五、三部火器专著所反映的军事技术思想

自从欧洲创制的火绳枪炮传入中国后，内容新鲜的火器专著也随之问世。其中最著名的有《神器谱》、《西法神机》与《火攻挈要》等三部。

作者与版本如下：

《神器谱》的作者赵士桢是明代后期的火绳枪研制家。字常吉，号后湖。乐清（今属浙江）人。从他在万历三十一年（1603年）所上《防虏车铳议》的“行年五十”之句中，可知其大约生于嘉靖三十二年（1553年）前后。祖父赵性鲁，官至大理寺副，博学多才，曾参加《明会典》的编纂，工诗词，精书法。赵士桢从

① 《四镇三关志》卷一《建置考·车器营台图》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第529～533页。

② 《四镇三关志》卷二《军旅考》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第534～547页。

③ 《四镇三关志》卷二《军旅考》，《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第534～547页。



小受其熏陶，亦擅长书法。万历六年（1578 年），他“以善书征，授鸿胪寺主簿”，任职 18 年后，受召入值文华殿，至万历二十四年，晋中书舍人，又十余年，不进秩以殁。由此推算，他大约在万历三十九年前后去世。赵士桢从小生长海滨，家乡常受倭寇的袭扰，备受其苦。因此，他关心国家前途，注意研究军事与火器技术书籍，从戚继光与胡宗宪的部下了解倭寇所用火器的情况，从因进贡而留居北京的噜密国（一作鲁迷国）掌管火器的官员杂思麻处，见到了噜密铳，并于万历二十六年向朝廷进献了自己仿制的噜密铳。之后，他又历经艰难困苦，多方筹集钱财物料，先后制成掣电铳与迅雷铳等 10 多种火绳枪，以及其他的火器、战车。更为重要的是他以多种文体，撰写成《神器谱》、《神器杂说》、《神器谱或问》、《防虏车铳议》等研制火器的论著。

《神器谱》初刊于万历年间，现存有源于万历刊本的清乾隆年间吴省兰辑《艺海珠尘丛书》本、近人郑振铎《玄览堂丛书》本，清初黄虞稷辑《千顷堂书目》收录的千卷本与明祁承㸁（rǎn）《澹生堂书目》收录的 2 册 4 卷本，还有其他一些版本。其中万历刊本《神器谱》5 卷，约 60 000 余字，附图 200 余幅，集中反映了赵士桢在各种火器的研制方面所取得的成就。日本存有文化五年（1808 年）清水正德据中国刊本校订翻刻的版本。1974 年，日本古典研究会还在《和刻本明清资料集》第六集中，刊印了《神器谱》5 卷，比较集中而全面地搜集了赵士桢的主要著作。

《西法神机》是明末关于西洋火炮的一部专著。作者孙元化的生平事迹，已在本篇第五章第四节三“孙元化”中作了介绍。《西法神机》是孙元化的代表作，成书于崇祯五年（1632 年），原书正本在明末战火中流失。现存在康熙元年（1662 年）据副本刊印的古香草堂刻本，分上下两卷，上卷 7 节，下卷 5 节，约 30 000 余字，34 幅附图。中国科学院图书馆藏有此书。

《火攻挈要》也是明末关于西洋火炮的一部专著。由传教士汤若望传授，安徽宁国人焦勖编著，河北涿鹿人赵仲修订而成[①]。原书于崇祯十六年（1643 年）刊印，分上下两卷，附《火攻秘要》1 卷，北京图书馆藏有原刊本的清抄本。清道光年间，军事技术家丁拱成对书中疏漏之处，曾加以修正。之后不久，军事技术家潘仕成在编辑《海山仙馆丛书》时，收录两书于其中，合称《火攻挈要》，又名《则克录》，分上、中、下 3 卷，共约 4 万字，附图 27 幅。此外还有清汪于泗刊本、《丛书集成初编》本等。

上述三部火器专著，是我国明末时期赵士桢、孙元化、焦勖三位火器研制家，在充分掌握传统火器制造与使用技术的基础上，吸收欧洲火绳枪炮技术之长后所取得的可贵成果。他们既亲自实践，制成许多适用于明军的火绳枪炮，又在理论上深入探讨，编撰成书。他们在书中一方面从战略高度大力倡导火器的发展，使之与治国安邦的长远打算结合起来；另一方面又强调制造火器必须精益求精，让知数懂法、明理识性的技术人员与工匠，制造精良的火绳枪炮，改善明军的装备，提高明军的战斗力。他们的这些思想，对明末与清代前期火绳枪炮制造与使用技术的发展，产生了重要而深远的影响。

---

① 焦勖与赵仲的里籍、生卒年及其业绩均不祥。



参考文献

［1］罗哲文等著：《中国著名佛教寺庙》，北京：中国城市出版社，1996，第58～59页。

［2］吴晗辑：《朝鲜李朝实录中的中国史料一》，北京：中华书局，1980，第34～35页。

［3］日·有马成甫：《火砲の起源とその伝流》，日本东京：吉川弘文馆，1962年。

［4］王兆春著：《中国火器史》，北京：军事科学出版社，1991年。

［5］袁晓春："山东蓬莱出土明初碗口炮"，文物，1991（第1期：第91～92页）。

［6］胡振祺："明代铁炮"，山西文物，1982（第1期：第57页）。

［7］王兆春著：《中国科学技术史·军事技术卷》，科学出版社，1998。

［8］刘志一："内蒙古克什克腾旗出土明代铜铳"，文物，1982（第7期：第93页）。

［9］师万林："甘肃张掖县发现明代铜铳"，考古与文物，1986（第4期：第104页）。

［10］高凤山、张军武编：《嘉峪关及明长城》，文物出版社，1989，第39页。

［11］王国荣："赤城出土一批窖藏火器"，文物报，1991. 9. 1。

［12］赵新来："在株州鉴选出一件明代铜炮"，文物，1986（第8期：第52页）。

［13］E. Bretchneider, Mediaeval Researches, Vol Ⅱ, P317；见张维华著：《明史佛郎机》，吕宋、和兰、意大利四传注释，第10页。

［14］杨豪："辽阳发现明代佛郎机铜铳"，文物资料丛刊，1983（第7辑：第173～174页）。

［15］郭定宏：齐朱报导："某团发现明朝两门'流星炮'"，解放军报，1984年11月8日。

［16］日·洞富雄著：《种子岛铳》，日本：淡路书房，1958年。

［17］马非百："谈周炮的年代问题"，文物参考资料，1955（第7期：第100～106页）。

［18］王海航："石家庄市发现明代铁炮"，文物参考资料，1957（第6期：第84～89页）。

［19］季士家："明都南京城垣略论"，《明清史论集》，南京：南京出版社，1993年，第16页。

［20］王剑英："明中都"，《故宫博物院院刊》，北京：1991（第2期：第61～69页）。

［21］乔林、丁季华主编：《中国历史文化名城》，上海：上海古籍出版社，



1994，第760～761页。

［22］李建军："戚继光与天津"，见阎崇年主编：《戚继光研究论集》，北京：知识出版社，1990，第304～305页。

［23］张文辉：《山海关长城》，北京：文物出版社，1990年。

［24］李文渭、徐瑜："蓬莱水城"，《文物》，1979（第7期：第74～75页）。

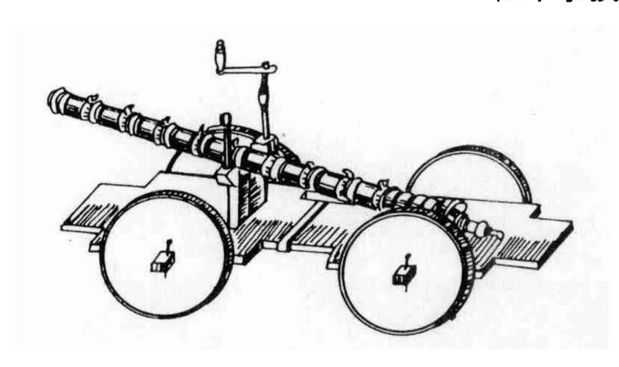
［25］高荣盛撰：《郑和航海图三议》，见《郑和下西洋论集》第二集，南京：南京大学出版社，1985年，第254～272页。

［26］刘谦著：《明辽东镇长城及防御考》，北京：文物出版社，1989年。

第三编　清代前期

从1644年清军入关到第一次鸦片战争前的近200年中，中国与世界都处于历史发展的重要时期。以尼德兰为榜样的英国资产阶级革命，敲响了封建社会的丧钟，使世界历史开始进入资本主义时期。从此以后，欧洲一些国家利用自然科学与技术科学的最新成果，把从中国传来的火器技术推进到一个新的发展阶段，并使军事技术进入以火器技术为龙头的新时代。

与此同时，以弓马骑射见长的后金女真族建立的清王朝，正处于我国封建社会的衰落时期。封建专制制度束缚着科学技术的发展。落后的生产方式与低下的社会生产力，制约着军事技术的进步，火器研制的创造性势头已经涌向西方，清军的武器装备还在较大的程度上依赖于冷兵器，战船与军事工程大体仍在旧有的模式中进行一些单项或局部的改进，军事技术的总体也只能在火器与冷兵器并用的状态中徘徊。第一次鸦片战争后，清朝的军事技术虽然在某些方面有所创新、有所延伸与发展，但是其赖以发展的基础仍然没有改变，也不可能在短短的十几年中有重大的突破。因此，中国同西方国家在军事技术发展中的差距越来越明显。







第一章
金属冶铸业与军事手工业

后金政权在入关之前，在金属冶铸与军事手工业方面已有一定的基础，入主中原之后，又以明代后期的金属冶铸与军事手工业为己用，经过清初的恢复与发展后，迅速建立起为清王朝所控制的手工业部门，为清代前期军事技术的发展，提供了重要的原材料与先进的制造技术。

第一节 金属冶铸业

清代前期的金属冶铸业在明代的基础上有一定程度的发展，其中与兵器制造有关的铁、铜、铅的冶铸比较明显。

一、发展概况

清王朝建立后，首先多次调整矿产开采政策，到康熙年间便准许民间呈报开采，乾隆年后又放宽限制，使民营采矿业得到了较大的发展。铁是制造枪炮的主要原料，广东佛山与陕西两处大型铁矿进入兴盛的发展时期，佛山冶铁业的矿工多达3 000 多人。陕西汉中的铁矿场有大小分矿场多处，大矿场的矿工一般有2 000～3 000 人，小矿场的矿工一般也有数百至千人。清代前期的铁产量虽无精确统计，但其总产量大约也不会低于明朝[1]。

铜是制造火炮的重要原料，铜矿主要分布于云南省，最多时有46 个矿场，其中以汤丹、碌碌、宁台（今云南东川、会泽、凤庆）3 个矿场的规模为大。从乾隆五年到嘉庆十六年（1740—1811 年），铜年产量最高达14 000 000 斤，最低也不少于9 000 000 斤，其中汤丹铜矿的最高年产量达12 000 000—13 000 000 斤。其时，铜冶工人多达60 000～70 000 人，采用大规模的分工协作的流水式生产方式。

铅是制造铅弹的重要原料，铅矿主要分布在云南、广西、贵州、湖南等省，乾隆年间的年产量多达2 000 000 斤，云南省的产量就占1/3[1]。

二、冶炼设备与冶炼技术的进步

这种进步在铁冶与铜冶方面最为明显。

1．广东冶铁场冶炼设备与技术的进步

对广东冶铁场的冶炼设备与技术作过探讨的是屈大均。屈大均（1630—1696年）在《广东新语》卷十五《货语·铁》中，对清初广东冶铁炉的概况作了较为详细的记述：

> 炉之状如瓶，其口上出，口广丈许，底厚三丈五尺，崇半之。身厚二尺有奇。以灰沙盐醋筑之，巨藤束之，铁力（一作铁栗）、紫荆木支之，又凭山崖以为固。炉后有口，口外为一土墙，墙有门二扇，高五六尺，广四尺，以四人持门，一阖一开，以作风势。其二口皆镶水石，水石产东安大绛山，其质不坚，不坚故不受火，不受火则能久而不化，故名水石。

上述记载说明，清初广东的一般冶铁炉，高约17～18 尺，炉底直径约35 尺，



炉口直径约10尺，炉膛内部如瓶之形。炉壁厚约2尺多，用灰沙与盐、醋拌和后筑成。筑成后用粗藤捆束，并用坚硬的铁力木与紫荆木作支架，使之坚固。炉门与通风口都镶有耐火的“水石”。通风口在炉后面，口外筑有土墙，墙上装有高5~6尺、阔4尺的2扇门，作为鼓风设备，是宋元时期“木扇”的发展。屈大均在书中还对广东的冶炼技术、工艺及产量作了叙述：

凡开炉，始于秋，终于春……下铁卝（似为矿石）时，与坚炭相杂，率以机车从山上飞掷以入炉，其焰烛天，黑浊之气数十里不散。铁卝既熔，液流至于方池，凝铁一版取之，以大木杠搅炉，铁水注倾，复成一版，凡十二时，一时须出一版，重可十钧（一钧为三十斤）。一时而出二版，是日双钧，则炉太王（旺），炉将伤，须以白犬血灌炉。乃得无事。

从叙述中可知，这种冶铁炉靠山而建，用机车运送铁矿石投入炉中，提高了机械传输的程度，减轻了体力劳动，加快了冶炼速度，每一个时辰（2个小时）可炼出10钧即300斤的生铁板一版。若按一般的冶铁场有2座冶铁炉日夜运转，每炉日产铁3 600斤。以“始于秋，终于春”2个季度6个月计算，每炉每年可炼铁648 000斤，产量甚为可观。

军事技术家丁拱辰（1800—1875年）认为，不但广东冶铁场的冶铁质地精良，而且经过多种工艺处理后的铸铁，可成为造炮的原料。他说：

铜铁之性各有不同。铜则性柔，铁则性刚。铸铜炮则工本甚巨，铸铁炮较为省费。果能锻炼精纯，即铁亦甚于铜。各省之铁，唯粤省所产者为佳。其中又有荒山及新旧黑麻铁、洋麻铁数种。所谓洋麻铁者，系产之外洋。其荒山铁者，系在荒山采矿炼成新片铁也，又从而锻之，谓之新黑麻尖锅铁（此即佛山冶铁炉所炼之铸锅铁）。此铁性较纯，铸炮匠工初只用三成，而用荒山新片铁七成，合熔铸成炮位多有蜂眼。后经改新黑麻尖锅铁，加至八成，取其坚实，配以荒山新片铁二成。或以新黑麻尖锅铁七成，配以洋麻铁三成，加工锻炼，铸成质体内外一律光润（之炮），始无蜂窝之患①。

道光十四年（1834年），关天培调任广东水师提督后，即采取多种措施加强海防，其中最重要的一项就是铸造40门6 000斤以上的大型海岸炮，安于虎门炮台上，命经过训练的炮手操射火炮。这些火炮所用的精铁就是佛山所产。

2．汉中冶铁场冶炼设备与技术的进步

清朝大臣严如熤（生卒年不详），在《三省边防备览》卷十《山货》中，对当时陕西汉中地区的冶铁概况，作了较为详细的记载：

铁炉高一丈七八尺，四面椽木作栅，方形，坚筑土泥，中空，上有洞放烟，下层放炭，中安矿石。矿石几百斤，用炭若干斤，皆有分两，不可增减。旁用风箱，十余人轮流曳之，日夜不断。火炉底有桥，矿渣分出，矿之化为铁者，流出成铁板。每炉匠人一名，辨火候，别铁色成分，通计匠、佣工每十数人，可给一炉。其用人最多，则黑山之运木装窑，红山开石挖矿运矿，炭路之远近不等，供给一炉所用，人夫须百数十人。如有六七炉，则匠作、

① 清·丁拱辰撰：《铸造洋炮图说》，《中国兵书集成》47，第305~307页。



> 佣工不下千人。铁既成板，或就近作锅厂、作农器，匠作搬运之人又必千数百人。故铁炉川等稍大厂分，常川有二三千人，小厂分三四炉，亦必有千人、数百人。

文中对冶铁厂的规模、人数、设备、操作方式、矿石与木炭的运输、冶炼技术、成品的用途等，都有较具体的叙述，从中可以看出当时汉中冶铁厂的冶炼情形。

汉中地区冶铁场所冶炼的优质铁，不仅满足民用铁的需要，而且也是当地兵器制造机构所用钢铁原料的供应基地。明朝嘉靖年间，曾任陕西巡抚的翁万达、总督陕西三边军务的曾铣等统兵将领与军事技术家，曾在陕西创制出成百佛郎机、万胜佛郎机与地雷等火器。即使到清同治八年（1869年）与十一年，陕甘总督左宗棠先后在西安与兰州创办了西安机器局与兰州机器局，制造枪支弹药。这些都与汉中地区盛产精铁有关。同时，陕西又是我国西北战略要地，驻有重兵，明清两代驻军的武器装备，除由工部统一调拨外，当地也能自给一部分，这也与汉中地区盛产精铁是分不开的。清道光年间任陕西按察使的严如熤，肩负守边固边之责，研究和筹划制造兵器的优质钢材，自然是其职内之事。因此在其著作中，详尽地记述了汉中地区冶铁业发展的概貌及其技术细节，供有关人员参考。

3. 冶铜设备与技术的进步

清代的冶铜设备与技术，在明代的基础上又有较大的进步，其主要情况，反映在清代著名的矿物学家与植物学家吴其濬（1789—1847年）所著的《滇南矿厂图略》中。现存1844年刻本，分上下两卷，上卷为《云南矿厂工器图略》，记述了康熙至嘉庆四朝云南南部铜、铁、铅等矿产分布，比较先进的矿冶技术，管理制度，以及铜矿及其支护形式、采矿工具、炼炉及冶炼工具等内容。其中上卷《炉第五》中，对冶铜炉的构造及冶炼过程都有具体的记述。在《采铜炼铜记》中，对“东川式”铜矿的矿石品位、找矿方法、矿体产状和开采技术等，都作了精辟的论述，至今仍有参考价值[2]。

三、炼焦技术的逐渐推广

自明末方以智对煤的炼焦法作了探讨后，研究、著述者逐渐增多。如明人李诩在《戒庵老人漫笔》中曾提到过北京一带“或者炼焦炭，备冶铸之用”①。清朝康熙年间，山东益都人孙廷铨在所著《颜山杂记·物产》中，在谈到他家乡的物产时说：

> 凡炭之在山也，辨死活……死者脉近土而上浮，其色蒙，其臭平，其火文，以柔其用，以房闼围炉。活者脉夹石而潜行，其色晶，其臭辛，其火武以刚，其用以锻金冶陶，或谓之煤，或谓之炭。块者谓之砎，或谓之砟，散无力也，炼而坚之谓之礁，顽于石，重于金铁。绿焰而辛酷不可餂也……故礁出于炭而烈于炭②。

① 见［3］第157、158页。

② 清·孙廷铨：《颜山杂记》卷四《物产》，见《孙文定公集》，北京大学图书馆藏。又见［4］第161页。



文中所说的“活者”、“臭辛”而火力旺盛的煤块，可以炼成坚硬而火力更烈的礁，即焦煤。焦煤的发明和推广使用，为近代高炉法生产优质铁开辟了道路。

四、苏钢技术的推广

这里所说的苏钢冶炼法，就是明代唐顺之在《武编·铁》中提到的：“以生铁与熟铁并铸”，等到“生铁欲流”时，把生铁水掺入熟铁中的一种灌钢冶炼法的进一步发展。苏钢冶炼法是在明嘉靖年间于苏州钢铁生产中心发明的，后来又盛行于安徽芜湖，故其产品有“苏钢”、“皖钢”等名称。到康熙至嘉庆年间，芜湖炼钢业大盛，大型炼钢场多达 18 家。据杨宽先生考证，《嘉庆芜湖县志》（陈春华纂本）卷一曾对苏钢冶炼法的有关问题作了记载：

> 居于廛冶钢业者数十家，每日须工作不啻数百人。初锻熟铁于炉，徐以生镤下之，名曰馂铁，馂饱则镤不入也。于时渣滓尽去，锤而条之，乃成钢。其工之上者，视火候无差，忒手而试其声，曰若者良，若者楛。其良者扑之皆寸断，乃分别为记，橐束而授之客，是天下不訾也，工以此食于主人倍其曹，而恒秘其术。

文中所说的冶炼苏钢的过程是：炼钢时，先把未经锻打的熟铁（即料铁）放入炉中冶炼，待至炉温升高（至 1 300 ℃左右）时，即由炼钢工人将生铁的熔液均匀地滴在熟铁上，好像是把生铁水喂给熟铁吃下去一样。这种熟铁吃生铁的过程，就是生铁液向熟铁中渗碳的过程，在此过程中发生强烈的氧化作用。当这种作用饱和时，就停止向熟铁料中喂生铁液。氧化作用的结果，使熟铁中产生的渣滓分离出去，于是便得到含渣极少而成分均匀的优质钢材。这种冶炼技术只有具有丰富经验的工人才能掌握，他们凭肉眼观察火候，鉴定成品的等次级别，因此他们能得到较高的待遇，同时也使他们保守技术秘密，除子孙、信徒外，绝不外传。

乾隆年间，苏钢冶炼法从芜湖传至湖南，到近代又传至四川。

苏钢冶炼法虽然设备简陋，材料单纯，原料消耗量大，都由工人凭经验进行手工操作，但是整个操作过程却基本上符合现代的冶金原理，是中国清代炼钢者的一大创造。苏钢冶炼技术的创造，为清代以兵器制造为主要业务的军事手工业提供了充裕而精良的钢材。

第二节　军事手工业

清代前期的军事手工业，在清军入关之前已初具规模。清王朝建立后又增加了不少新的建置，形成了一个遍布全国各地的军事手工业网络。这个网络由多系统的兵器制造与管理机构组成。其中有：工部下辖之虞衡清吏司所统属的库、局；内务府下辖之武备院所统属的库养心殿造办处，御鸟枪处、内火药库；盛京工部下辖的有关库；八旗军系统所属的厂、库；各地驻军系统所属的小型厂局等。在这些系统中，有的是制造场所，有的是管理机构，有的则集二者于一体之中，各有侧重不同。

一、工部系统的军器制造机构

清代前期的工部设于清军进关前的天聪五年（1631 年），系沿袭明代制度所设



中书省下辖六部中的最后一个部，部下设立一些机构，办理后金政权辖区的兵器制造等事务。清王朝建立后，工部主官多有变动。顺治五年（1648年），清廷颁定工部设满、汉尚书各1人，满、汉左右侍郎各1人，掌全国造作之政令。其下辖的虞衡清吏司，主要职掌军器、军装、军火制造之政令。

1．虞衡清吏司下辖的兵器制造与管理机构

虞衡清吏司设于顺治元年，下设军器科、军器案房、军器算房等部门，制备军装、军火及旗帜等物，供在京军营及近京旗营领用。凡枪炮等兵器制造之事，由兵部定图式，交工部下属部门制造，按名册发给。此外，司下还设有收发旗纛、账房的军需库，收发硝黄的硝黄库，收发大小枪炮、铅子的铅子库，收储废铁炮子的炮子库等贮藏与收发兵器的仓库。

2．濯灵厂火药局

濯灵厂火药局又称管理火药局，由工部设于顺治元年，厂址在右安门内，掌监造、存储与给领火药之事。濯灵厂内设石碾200盘，每盘置药30斤为1台。每台碾3日者以备军需，碾1日者以备演放枪炮。预储军需火药以300 000斤为率，随用随备。按顺治元年规定，八旗兵试演枪炮及盛京驻防部队每年操演所需军用火药，可从西什库①中的广积库领取硫黄，从直隶、山东、山西、河南购买焰哨，由濯灵厂进行制造，由荡氛厂给发。此外还设中营火药3局、东西营火药2局收贮火药，并派军队严加守护。后来又规定，内务府配制火药所用的硝石、硫黄，也从西什库中的广积库领取。

康熙三十一年（1692年），经朝廷批准，八旗兵试演枪炮所用的火药，可直接从濯灵厂领取，简化了领取的手续。同年，朝廷规定濯灵厂每年制造各种火药的定额，其中演放火药（即发射火药）200 000余斤、烘药（浸泡火绳与火门火药）2 000～3 000斤、备储军需火药300 000斤、烘药4 000斤。如逢运用之年，随用随补，使贮存火药始终保持定额，并派一名官员负责预造火药之事，所造用火药与烘药的比例，大致按100:1的份额制造。为了统一贮存与管理北京城内驻军的火药，朝廷又将当年新建的火药库，用于存放在京八旗中营、东营、西营各旧火药库的火药，由濯灵厂统一贮存与管理②。

雍正二年（1724年），清廷鉴于当时国内战事减少，对火药的需求量下降，又因濯灵厂贮存的火药日渐增多，故将贮存10年以上的军需火药，为试演枪炮所用，并要求用去多少补造多少③。为了保证制成的火药能久贮不潮，濯灵火药厂于乾隆十八年（1753年）建造5间木仓式库房，将置于用荆条编织的油篓中之火药贮于

① 西什库：清代设于北京的甲、乙、丙、丁、戊及承运、广惠、广积、广盈、赃罚等10个仓库的总称。库址南起西安门大街，北至地安门西大街。其中广积库贮存焰硝、硫黄，供濯灵厂制造火药用。丁字库贮存生漆、桐油、铜、麻、牛皮、鹿皮、鱼胶等物资。康熙十九年，朝廷议准将广积库的硝黄移存于丁字库中。

② 清·嵇璜等撰：《清朝文献通考》卷一九四《兵十六·军器·火药》，浙江古籍出版社，1988年版，影印本《清朝文献通考》二，第6590页。以下引此书时均同此版本。

③ 清·嵇璜等撰：《清朝文献通考》卷一九四《兵十六·军器·火药》，《清朝文献通考》二，第6590～6591页。



木仓中，以免荆条脆朽而导致火药的失灵①。

濯灵厂是工部直接管理与控制的火药厂，规模当数全国第一，所制火药数量多、质量好，贮藏严密，是北京与盛京驻军最大的火药供应基地。

3. 景山炮鸟枪监造处

康熙年间，又在景山特设了一个枪炮制造处，由工部直接管辖。景山炮鸟枪监造处的编制序列虽然未见于文献记载，但从《清会典图》卷九十八至卷一百，《武备八》至《武备十》记述火炮图式的铭文中，以及康熙二十九年（1690 年）至五十七年所制各种火炮的铭文中，可以判知其编制序列。这些铭文有：康熙二十年神威将军炮上的“制法官南怀仁，监造官法保、钱齐布、陶三泰、宁古塔吴喇伐，匠役李文德、颜四”；二十八年武成永固大将军炮和神功将军炮上的“制法官南怀仁，监造官佛保、硕思泰，作官王之臣，匠役李文德、颜四”；二十九年短管威远将军炮上的“总管监造御前一等侍卫海青，监造官员外郎勒理，笔帖式巴格勒，匠役伊邦政、李文德”；三十四年制胜将军炮上的“总管监造御前一等侍卫海青，监造官员外郎巴福寿，帖式硕思泰、噶尔图，匠役李文德、袁四年”；五十七年威远将军炮上的“总管景山炮鸟枪监造赵昌，监造官员外郎张绳祖，笔帖式西尔格，工部员外郎实相，笔帖式康格，匠役李文德”。综观这些铭文，可知景山炮鸟枪处的编制概况，而且在奉命帮助清廷造炮的比利时人南怀仁去世前后，编制有所不同。南怀仁于康熙十三年（1674 年）奉命造炮，至康熙二十六年十二月二十八日病故。在康熙二十至二十八年铸造的火炮中，铭文所记该处人员的职级有制法官、监造官、作官、匠役等四类。制法官南怀仁排名最前，系康熙帝委任领衔造炮的外国人，其制法官的官名在清前期只见于南怀仁，不属于执掌行政的主官，似为火炮的设计人，类似于后世的设计师或总工程师，专门负责火炮铸造事宜，在处内位置最高。南怀仁虽去世于康熙二十六年，但在康熙二十八年铸造的武成永固大将炮尚保留其名，这说明该炮为南怀仁所设计。南怀仁之下有监造官，按清朝规定，监造官为监督工程建造之主官，掌景山炮鸟枪监造处之行政。作官系工匠之头目、领班一类的人。匠役即为工匠，工匠李文德自康熙二十年至五十七年都在该处服役造炮，对造炮贡献很大。南怀仁去世 3 年后，景山炮鸟枪监造处编制的职级增多，而且去掉了制法官，如在康熙二十九年至五十七年所铸火炮的铭文中就有：总管监造官、监造官员外郎、工部员外郎、笔帖式、作官、匠役等六类。总管监造官由随侍警卫皇帝的侍卫处中的一等侍卫担任，掌该处的行政及造炮事宜。监造官员外郎工部员外郎协助其工作。笔帖式即书记官，掌该处的文书之事。该处造炮最优，故其制品称为“御制”。

4. 铁匠营枪炮制造处

铁匠营地名尚存，在今方庄南口及宋家庄之两侧，当时制造一般枪炮，其制品称为“局制”，供汉军八旗使用。

---

①《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·存贮火器》，中国台北新文丰出版公司，1976 年版，影印本《钦定大清会典事例》（二十一），第 16125 页。以下引此书时均同此版本。



二、内务府系统的军器制造机构

内务府系统有下列军器制造机构。

1．武备院

院衙位于东华门外北池子路西，是制造与贮藏军械、装备的机构。顺治初年，曾由鞍楼管理这些事。顺治十一年（1654 年），鞍楼改兵仗局，又于十八年改称武备院。康熙五年（1666 年）便隶属于内务府，十五年分设鞍库、甲库、毡库，十六年颁武备院印信，三十七年鞍库分南北两鞍库。武备院下设武备院堂，负责本院各项政务。下设北鞍库、南鞍库、甲库、毡库，分理各种兵器的制造与管理之事。

北鞍库的内库设在左翼门内和体仁阁南房，外库设在东华门外北城房下，主要制造皇帝所用鞍辔等御制装备。

南鞍库的内库设在昭德门内南角楼，外库设在东华门外北城下房，主要负责制造与收发宫用鞍辔等官用之物。

甲库的内库设在左翼门内体仁阁南，外库设在东华门外北城下房，主要负责制造、收发盔甲、枪刀等物。

毡库的内库设在昭德门内东西房和中右门内，外库设在东华门外北城下房。库下设有备弓处、备箭处、箭厂（设在南池子长街石头缝胡同）、鲍头作、靴皮作、毡作、帽作、杂活作等作坊。主要负责制造、发放弓箭、靴袜、毡条等物①。

从武备院所属各库、作的任务看，它们主要是制作刀枪弓矢等冷兵器，以及鞍辔甲毡等装备。

2．养心殿造办处

养心殿造办处原是清初在紫禁城内设立的制造器用的机构，自康熙三十二年开始设立枪炮制造作坊 14 个。其中铸炉处、炮枪处、鞍甲作、弓作、镫裁作、盔头作等作坊，为直接或间接制造兵器、军装的作坊。铸炉处有铸匠、锉匠，炮枪处有铁匠，鞍甲作有鞍匠，弓作有弓匠，镫裁作有镫匠，盔头作有盔头匠，各作坊共有匠役 196 人，各按其技能制造兵器装备等物。管理大臣根据各工种的难易，成品数量、质量，完成的期限，进行考核与赏罚，并将合格成品贮于库内备用②。同时造办处还常奉命给各地驻军调拨与换发各种火器。如乾隆十九年（1574 年）给镶黄、正白二旗火器营拨换铁子母炮 3 门③。

3．御鸟枪处

负责保管由造办处制造的御用枪炮，所管枪炮由本处随时领用。遇有呈送的新型鸟枪，则由本处试射。若皇帝外出巡幸或行围打猎，则由处内派人，负责收发鸟枪与火炮④。

---

①《钦定大清会典》卷九六《武备院》，中国台北新文丰出版公司，1976 年版，《钦定大清会典》（一），第 973～977 页。以下引用引书时均同此版本。

②《钦定大清会典》卷九八《养心殿造办处》，《钦定大清会典》（一），第 994 页。

③《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16127～16128 页。

④《钦定大清会典》卷九八《御鸟枪处》，《钦定大清会典》（一），第 994～995 页。



4．内火药库

内火药库是配造与保管御用火药的机构，主要负责配造与收发火药、铅丸与铁沙。所用硝、硫、麻楷、油单、皮匣、柳枝炭等物，分别从工部、武备院、奉宸苑（掌皇家苑囿之事的部门）领取。若皇帝外出巡幸或行围打猎，则派人承应枪炮什物，备带火药、铅沙①。

三、盛京工部系统的军器制造机构

盛京工部设于顺治十六年（1659年），掌盛京各项工程事务，下统左司、右司和银库。右司负责稽查火药库制造火药之事。盛京所设的火药库所造之火药，供盛京本城、外城及黑龙江等处驻军所用②。乾隆四十五年（1780年），清廷决定将黑龙江火药制造所并入盛京火药库③。除配制火药外，盛京工部右司还负责铅子制造之事，直到乾隆五十四年，清廷因盛京、黑龙江等处所造铅子成本过高，才停止制造。之后，驻军所需铅子便由工部调拨④。

四、八旗系统的军器制造机构

八旗制度是后金时期建立的一种兵民合一的社会组织制度，其成员都能“出则备战，入则务农”，用八种旗色辨其所属。八种旗色有正黄、镶黄、正白、镶白、正红、镶红、正蓝、镶蓝。镶黄、正黄、正白为皇帝直接统辖之上三旗，余为下五旗。先后建成了满洲八旗、蒙古八旗、汉军八旗，共24旗，每旗设都统、副都统统领旗务，以都统衙署为办公机构。八旗都统衙门为24旗都统衙门的总称。八旗都统职掌制造与管理兵器、操练军队等各项军务、旗务。清朝建立后，八旗兵分为驻京八旗即禁旅八旗及驻防八旗即分驻于全国各地的八旗。

八旗兵装备的兵器，按顺治元年规定，由兵部定式，移文工部制造，按名额拨给，由监造与管理兵器的官员稽查。如有损缺，须修整补齐。如有多余，便留营以备增补。如有损坏，即行销毁⑤。顺治五年，清廷实行军队装备武器的定额。按照规定：每名骑兵装备甲1领、盔1顶、撒袋1个、弓1张、箭40支、腰刀1把；每名步兵装备甲1领、盔1顶、弓1张、箭30支、腰刀1把；每名长枪兵装备长枪1支；每名鸟枪兵装备鸟枪1支；每千名士兵装备火炮1门。清廷还规定八旗的兵器装备，除由工部安排制造外，还可由八旗都统衙门安排制造，所需经费由工部报销⑥。

八旗都统衙门内设有左右铁匠局，局设副都统2人，于各旗副都统内特简，每翼1人。另设散秩官24人、骁骑校24人。副都统掌2翼4局（每翼各2局），推补匠役缺额，送匠役赴武备院学习兵器制造技术，考验匠役技艺之优劣，而后决

① 《钦定大清会典》卷九八《御鸟枪处》，《钦定大清会典》（一），第994~995页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·火药一》，《钦定大清会典事例》（二十），第16088、16094页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·火药一》，《钦定大清会典事例》（二十），第16088、16094页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九五《工部·军火·火药二》，《钦定大清会典事例》（二十），第16096页。

⑤ 《清朝文献通考》卷一九四《兵十六·军器·给发军器》，《清朝文献通考》（二），第6577页。

⑥ 《清朝文献通考》卷一九四《兵十六·军器·给发军器》，《清朝文献通考》（二），第6577页。



定赏罚。按《大清会典》的记载，八旗兵各营都设有匠役兵，其中骁骑营铁匠隶铁匠局，鞍匠、铜匠、箭匠及上三旗的弓匠，均隶武备院，下五旗的弓匠分隶各王公府。这些匠役承担了八旗兵各营部分装备兵器的制造、维修、保养等任务①。

清廷还在顺治初年于京城不少地方，建造收贮八旗军火的厂房。其中有：镶黄、正白、镶白、正蓝四旗在镶黄旗教场空地上各建造35间火炮厂房；正黄、正红二旗在德胜门内各建造30间火炮厂房；镶红、镶蓝二旗在阜成门内各建造23间火炮厂房；镶黄、正黄二旗在西直门之北安民厂建造12间火药厂房；镶白、正白、镶红、正红、镶蓝、正蓝六旗在天坛后建造20间火药厂房；安民厂还建造了收贮火炮的厂房；右安门内的濯灵厂建造了收贮火药、烘药与铅子的厂房；崇文门内东侧的盔甲厂与安定门内的綵儿胡同局建造了收贮火炮与军器的厂房；西什库中的戊字库与丁字库建造了收贮弓、刀、箭、弦、鸟枪、硝、硫等军器的厂房②。康熙二十四年（1685年），在北京城内建造了不少收贮各厂、各库旧有火器的厂房③。乾隆三十年（1765年），为改善硝、硫、火药的贮存条件，将原搭建的席棚一律改建成砖瓦房④。乾隆三十五年，将盔甲厂、綵儿胡同收贮的77门旧铁炮，交营造司存贮库内，以便熔铸新炮⑤。

五、各地驻军系统的军器制造机构

清代前期各地驻军所需要的武器装备，除由朝廷从工部、武备院、各造办处调拨之外，还有相当一部分由各地驻军设立厂局，进行制造。顺治初年，清廷曾规定：

> 各省需要铳炮、火砖、火箭、喷筒、火毬、铁弹、铅子等项，由各督抚奏请、准其造备。将用过工料银，报部察核⑥。

> 顺治十年（1653年），清廷又议准：

> 各省军器，或遇缺额，或新增，该督抚照兵部经制额数具题，由（工）部核准成造，仍将动支钱粮奏请开销⑦。

按照清廷的规定，各省所用的兵器，历年都有制造，有时制造数量与品种都相当多。

1. 各省所设军器厂制造的冷兵器

各省制造的冷兵器主要有刀、枪、弓、箭、盔甲、军装等。如道光十四年

---

① 《钦定大清会典》卷五二《兵部·武库清吏司》，《钦定大清会典》（一），第537页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·存贮火器》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16125页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·存贮火器》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16125页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·存贮火器》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16125页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·存贮火器》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16125～16126页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八九五《工部·军火·直省火器》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16126页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八九三《工部·军器·直省兵丁军器》，《钦定大清会典事例》（二十），第16080页。



（1834年），广州旗营造火漆缠筋战弓600张、前锋领催及甲兵各备战箭100支①。道光十七年（1837年），热河围场造木杆钩镰枪420支②。道光二十年，西安满营造月牙弓100张、撒袋100副、透甲锥箭10 000支③。

2. 各省设立的火药制造厂局

康熙十三年（1691年），清廷为减少消耗性火药的长途运输，便规定火药可由各州县制造，并交当地驻军使用，于是全国各地驻军都在驻地附近建造提纯硝石、硫黄、焙制木炭与配造火药的厂房。其中沿海各地驻军于嘉庆二十年至道光二十年（1815—1840年）之间所建者尤多。这些驻地单位有：广东省的龙川汛、番禺县大黄窖炮台、吴川营、东莞县大虎山炮台、水师提标中营驻守的虎门各炮台；福建省的提标右营、漳州镇中左右与城守4营；浙江省的嘉兴协、乐清协、火荆营、瑞安协左右3营、衢州镇中左右与城守4营、台州协中左右3营、宁海左右2营、严州协右营与抚标右营、平阳协2营、温州镇中左右3营、玉环左右2营、黄岩镇标中营、象山协左营、定海镇右营、昌石营；江苏省的海州营、东海营、庙湾营、常州右军营、江宁京口右营与城守营；山东省的登标水师营、巨野营、曹州镇东昌营、曹州镇中右2营、单县营、桃源营、沂州营；直隶的大沽炮台、大名协、杜胜营、开州营、大名县、东明县、大名镇中营；奉天府的金州炮台等处④。

这些驻军在建造营房时，几乎都建造了五至数十间厂房，作为提炼硝石、硫黄，焙制木炭，配制火药，制造火绳、铅子、铁弹，以及其他军器之用，弥补了工部集中统一供应的不足，减少了长途运输之费，节省了国家的军费开支。

3. 各省所设枪炮厂制造的枪炮

自雍正年起，一些地方的驻军已设有枪炮厂，制造鸟枪与火炮。如雍正十三年（1735年），河南省驻军所设立的枪炮厂，开始制造驻军所缺少的鸟枪⑤。乾隆三十四年（1769年），四川省驻军造炮厂经批准后，制成了40门劈山炮，所需经费由工部核准报销⑥。乾隆四十七年，驻守浙江省的乍浦满营，将原有旧式鸟枪进行改制⑦。乾隆四十九年，清廷命陕甘总督转饬凉州镇，会同凉州府，制造17门

① 《钦定大清会典事例》卷八九三《工部·军器·直省兵丁军器》，《钦定大清会典事例》（二十），第16080页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九三《工部·军器·直省兵丁军器》，《钦定大清会典事例》（二十），第16080页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九三《工部·军器·直省兵丁军器》，《钦定大清会典事例》（二十），第16081页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八七三、八七四《工部·营房·各省驻防营房》，《钦定大清会典事例》（二十），第15876～15889页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九三《工部·军器·直省兵丁军器》，《钦定大清会典事例》（二十），第16079页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16128页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一）第16130页。



大神炮与104门劈山炮，运往哈密等地，分发给各营应用①。道光年间，地方驻军制造火炮的数量日渐增多，其中福建与广东等地海口及炮台驻军制造大型火炮的数量更是空前。如道光五年（1825年）驻福建省福州三江口水师旗营，铸造5门子母炮，5年后又制造10门抬炮②。道光六年，广东虎门海口新铸10门4 000～5 000斤大型海岸炮。同时又将50门旧式1 000～4 000斤大炮改铸成6门新型海岸炮。同年，又为虎门的蕉门炮台新铸9门新型海岸炮③。道光十五年，清廷批准驻军为虎门各炮台铸造20门6 000斤与20门8 000斤大型海岸炮④。自道光二十二年至三十年，盛京的金州、复州、锦州、盖州、牛庄、熊岳、岫岩、宁远等地驻军，新铸了27门2 500～8 000斤大型火炮⑤。又自道光十六年至三十年的15年中，山东青州满营、荆州满营、凉州军营、河南省驻防满营、西安满营、福州驻防八旗与水师旗营、密云驻防旗营、乍浦旗营、凉州与庄浪驻防八旗各营、宁夏满营、西宁满营、两广驻防满营、乌鲁木齐、绥远城等地的火器制造厂，都制造了抬炮、抬枪与鸟枪，少则数十门（支），多则数百门（支）⑥。有的地方驻军所设之枪炮厂，能制造多种枪炮，如浙江省城所设之乍浦各枪炮厂，于道光二十八年，铸成大小铜炮84门、铁炮40门、抬炮与过山龙炮共300门、炮弹6 000发、炮车架盖120副、过山龙炮架100副、随炮什物868件，可见，这些枪炮厂具有较大的综合制造能力⑦。

4．随军铸造火炮机构

遇有重大战事，清廷为保证参战清军所需要的火炮，除后方向前线输送外，还经常派遣工部官员带领铸炮工匠，随同清军出征，负责铸造火炮。如清军于大小金川作战时，清廷曾派“造办处员外郎海陞、催长萨炳阿，在军营铸造火炮，于摧碉攻寨，颇属得力”⑧。乾隆四十六年（1781年）三月，甘肃回民首领苏四十三等人起事，进犯兰州。清廷发兵进剿。与此同时，又派“海陞、萨炳阿，选熟悉铸炮匠役三四名，驰驿前往军营⑨。当年六月，战事平定，苏四十三等人被杀。

① 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132～16135页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132～16135页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16135页。

⑧ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16129页。

⑨ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16129页。



所铸火炮在作战中发挥了一定作用。

同欧洲一些国家相比，清代前期的军事手工业虽已处于相对落后的状态，同明代相比，虽未出现重大的技术进步，但其网点分布、厂局的规模、成品的种类与数量，已有一定的扩充与增加，制造工艺的规范程度，也有明显的提高，所造兵器在作战训练中也发挥了一定的作用。

六、有关军器的各项管理制度

清代前期的军器管理制度甚多，主要包括军器制造的申报与批准、工艺规程、军器的形制构造与规格标准、质量监督与检查验收、给发与检核、贮存与更新等。这些制度既有吸收与沿袭前朝实行已久的成规，又有适应当时需要的新创，所以比前朝更趋完善。

1. 申报与批准

按清代前期规定，驻防京师与各地驻军所装备的军器，如果有缺额与新增，都需造册上报兵部，兵部汇集、定式后移文工部。经工部审核批准后，或从工部下属的军器库存中调拨；或由各地驻军的军器制造厂局按数制造，其所需工本银两，造册上报，由工部审核无误后，予以报销；或将军器从有存余的驻军调往军器有缺额的驻军。上述三种情况都有不少事例。如乾隆十九年至三十二年（1754—1767 年），工部造办处先后调拨 4 门铁子母炮给镶黄与正白二旗的火器营，调拨 9 门铁子母炮给黑龙江齐齐哈尔等驻军，调拨 3 门铁子母炮给热河驻军①。道光二十二年（1842 年），密云驻防旗营增加抬枪 80 支，所需火药、铅子、火绳，由本营自行制造②。乾隆十六年（1751 年），兵部委官将八旗汉军炮局内贮存的 40 门子母炮，送交黑龙江驻军使用③。道光二十二年，盛京制造 800 支飞廉箭，分交金州与复州海口驻军备用④。除按各地驻军的编制装备额定的军器外，康熙二年（1663 年），清廷还规定：

> 各省军需药弹，遇有征剿，准其动用开销。驻防别省官兵军前操演，亦准支给⑤。

此规定说明，如果奉命出征或来京会操的清军，可按实际需要，由工部直接拨给。

2. 工艺规程

当时各军器制造部门，都有详尽而具体的工艺规程，以保证所需军器的质量。如康熙十九年规定，造箭务必要求箭心坚长，手攒安钉，如有草率，有关匠役都

---

① 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16127、16128 页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16134 页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16127、16128 页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16134 页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16127、16128 页。



要治罪。对火药制造的工艺，规定得尤为具体。试以嘉庆二十三年（1818 年）制定的火药配制工艺为例，以观当时所定军器制造工艺规程之详尽。

配造军需火药（须）先期熬硝，每锅一百二十斤，去其矾碱，入小铁锅内，候冷扣成硝它（演放火药不扣硝它，此处的“它”同“铊，tuó”，成团的意思）。又将净黄（硫）块碾干，用细绢罗筛成细黄面（粉）。又将柳木入窑烧红，以无烟为度，窑口覆大铁锅，闭封三日取出，入大铁槽碾轧，用极细绢罗筛成极细炭面（粉）。凡配药百斤，计用熬过净硝八十斤（仍熬化成水），炭面十二斤八两，黄面十斤，共一百二斤八两（二斤八两预备抛洒）①。先以炭面、黄面搅匀，入会药库缸内，倾入硝水，以木楸搅匀如稀泥，凉冷定干。用小叵罗盛三十五斤，放石碾上碾轧，不时泼水，俟碾轧三次（演放火药碾轧一次）。每夫一名，发给二十五斤（演放火药发给三十五六斤），分五六次做入大叵罗内，用木棒打过，手搓成珠。粗筛筛下细珠，又用马尾罗筛筛去其面（演放火药不用马尾罗），然后方成火药，用布袋装储。奏派大臣点验，存备库仓②。

3. 形制构造与规格标准

清军装备的各种军器，都有确定的形制构造与规格标准，其所用材料、附件、装饰物、工艺精致程度、造价高低，一般都因官阶品级的高低、作战训练需要的不同而有差异。《钦定大清会典事例》中的“胄制”、“甲制”、“櫜鞬制”、“弓制”、“箭制”③，《钦定大清会典》中的“枪炮之属”、“刀斧之属”、“矛戟之属”、“椎梃之属”、“蒙盾之属”、“梯冲之属”、“金鼓之属”④，《清朝文献通考》中记载的乾隆二十一年（1756 年）制定的工部则例：《造盔甲式》、《造弓箭式》、《造旗纛式》、《造兵仗式》、《造火器式》、《造凉篷帐房式》等⑤典籍，对清军装备的各种军器的形制构造与规格标准，几乎都有详尽具体的记载。

4. 质量监督与检查验收

顺治初年，清廷就规定工部在下令所属部门制造军器时，要委派官员进行稽查监督，以保证所制军器的数量与质量。检查合格后，方可交库贮存。若有损缺，即须修整补齐⑥。此项规定颁布后，各届朝廷都照此办理。乾隆二十三年，甘肃驻军在雇觅良匠铸造二三十门大神炮时，朝廷特命“松阿哩督同镇道等员，监视工匠，加意铸造”⑦。嘉庆十八年，嘉庆皇帝对驻京八旗“军器缺额、敝坏不堪”的状况大为不满，当即下令：

---

① 用此方配成的火药，其硝硫炭的组配比率为 80%、8%、12%。

② 《钦定大清会典事例》卷八九五《工部·军火·火药二》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16101 页。

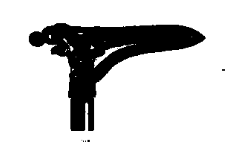
③ 《钦定大清会典事例》卷八九三《工部·军器》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16070～16073 页。

④ 《钦定大清会典》卷五二《兵部·武库清吏司》，《钦定大清会典》（一），第 542～546 页。

⑤ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第 6583～6592 页。

⑥ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第 6577 页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16128 页。



著各该旗营大臣将所属官兵军器，实力点验，悉令补制足额。经此次训饬之后，倘军器再有缺额损坏者，一经查出，必将该管大臣从重治罪①。

道光十六年（1836年），广东省虎门地方为广东水师铸造59门新炮，经试射检验，炸裂10门。朝廷即下令摘去监造委员顶戴，并责令赔造②。

5. 给发与检核

按清初规定，清军各级军官与士兵装备的军器须按数给发。给发后要定期进行检核点验，每年一次或两次。或抽查，或互相交错稽查，或特命王公大臣验阅。经检核点验后，如发现军器丢失、缺少、损坏，以及军器没有刻上使用者姓名或书写他人姓名者，专管与兼管军器的都司守备、副将、参将、游击等官员，须视不同情况，分别受到革职、罚俸、降级的处分，士兵要受鞭打100~30的处罚。清初以后，又增加了不少新的规定③。由于自乾隆年以后，清军军纪日益松弛，虽处罚有加，但军器缺损不全的情况却仍不断发生。

6. 贮存与更新

军器的贮存通常是在重大战争之后，或者是平时生产的成品在满足军队装备后多余的部分，需要建造仓库，将其贮存起来，以备战时之需。顺治年间，清廷入主中原，全国性的统一战争基本结束，清军在战争中使用的大量枪炮等军器，需要建造军火仓库，将其贮存起来。为此，清廷在北京的德胜门内、阜成门内、西直门内安民厂、右安门内濯灵厂、崇文门内盔甲厂、安定门内絲儿胡同、西什库、各城门等地，都建造了贮存火炮、枪支、弹药、刀枪弓箭等军器的仓库，供驻京八旗贮存军器之用。据乾隆十六年（1751年）统计，当时八旗汉军炮厂贮存的火炮就十分可观。计有：镶黄旗69门、正黄旗79门、正白旗69门、正红旗74门、镶白旗62门、镶红旗68门、正蓝旗65门、镶蓝旗72门；安定门7门、东便门5门、归镶黄旗炮营保管；德胜门6门、西便门5门，归正黄旗炮营保管；东直门6门、广渠门5门，归正白旗炮营保管；西直门5门、广宁门5门，归正红旗炮营保管；朝阳门7门、左安门5门，归镶白旗炮营保管；阜成门6门、右安门5门，归镶红旗炮营保营；崇文门7门、永定门5门，归正蓝旗炮营保管；正阳门7门、宣武门5门，归镶蓝旗炮营保管。以上共贮存649门火炮④。

乾隆四十七年，清廷鉴于金川战争结束、甘肃回民平定，即下令将陕甘宁一些驻军中使用的646门火炮进行清理，将可用的133门火炮，分别就地贮存于西安抚标、甘州提标，以及河州、兴安、延绥、凉州、西宁、宁夏、肃州7个镇标的仓库中，其余不堪用者，尽行销毁。⑤

军器的更新是指将库存年代久远而失效的军器，清出仓库，或供训练使用，

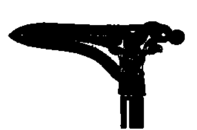
① 《钦定大清会典事例》卷八九三《工部·军器》，《钦定大清会典事例》（二十），第16080页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132页。

③ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6579~6580页。

④ 《钦定大清会典》卷八六《八旗都统·都统副都统职掌三》，《钦定大清会典》（一），第869页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军器·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16129、16126、16125、16130页。



或销毁后重新铸造，贮入仓库，这就是当时所谓的“出陈易新”的制度。其中火药的更新年限为10年，其他军器则视情况而定。康熙十九年（1680年），朝廷曾下令各省驻军，将大小铜炮、多余铁炮一起解送京城，并将锈坏的铁炮熔铁备用[①]。乾隆三十五年（1770年），清廷将八旗所属绦儿胡同等炮厂贮存的77门废铁炮交营造司，准备熔铁备用[②]。乾隆四十八年，清廷下令将北京正阳门等16个城门所贮存的814门铜铁炮进行修整，除2门损坏的铜炮销熔外，其余仍入库贮存[③]。嘉庆五年（1800年），清廷将康熙年间制造的火炮进行修整，调整贮存仓库，其中崇文、朝阳、东直、安定、德胜、西直等6门，各贮存木镶铜炮11门；东便、右安、广渠、西便等4门，各贮存台湾炮与浑铜炮等37门[④]。嘉庆十九年，清廷又调整神机炮与神枢炮的贮存仓库，其中正阳门贮存109门，其余内外各城门都贮存108门[⑤]。

7. 不准私造与私卖军器

按清代前期规定，凡军队使用的军器、火药及其原料，除工部调拨及批准自造者外，地方一律不得私造、私卖及盗卖，违者均要治罪。如康熙十九年规定，匠役造弓箭若擅改式样售卖者，须鞭打五十，所造弓箭统统充公。雍正元年（1723年），清廷规定凡“官兵以军器质当（即典当）者，官革职，兵鞭一百，革退军器追交还官，失察之该管官罚俸一年”[⑥]。雍正六年规定，凡在京城“火药厂废址内偷刨铅子盗卖，应将库丁送刑部治罪，刨出铅子，交部收贮”[⑦]。雍正六年又规定，“官兵私卖军器者革退，交刑部治罪，失察之该管官罚俸一年”[⑧]。乾隆元年规定，民间不准私制鸟枪，“如非应用地方，有私藏或私造售卖者，均责四十板，鸟枪入官，失察之该管官罚俸一年”[⑨]。乾隆五十三年规定，“将台湾民间私用鸟枪撤回烧毁”，并严禁民间私采淡水黄山之硫黄与配制火药，违者治罪[⑩]。嘉庆十一年规定，如有将铁“私贩出洋，及违例制造军器者，查明按律治罪”[⑪]。道光

---

① 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军器·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16126页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军器·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16125页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军器·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军器·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·存贮火器》，《铁定大清会典事例》（二十一），第16131页。

⑥ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6579页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·存贮火器》，《铁定大清会典事例》（二十一），第16125页。

⑧ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6579页。

⑨ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6580页。

⑩ 《钦定大清会典事例》卷八九五《工部·军火·火药二》，《钦定大清会典事例》（二十），第16096页。

⑪ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130～16131页。



十二年（1832 年）规定，严禁“（广东省绥傜厅）奸民入寨私贩火药、铁器。铺匠违例制造，查出治罪。失察地方官一并参处”①。道光二十一年规定，不准山东产硝较多之地的商民，私自贩硝出海，违者严惩。如有官兵隐庇，一律严惩②。

清代前期的各届朝廷，为保障军器制造的顺利进行及加强对各种军器的严格管理，制定了不少制度，作出了不少规定。这些制度与规定在一定的时期内、在某些方面，曾产生过积极的作用，收到了预期的效果。然而，自嘉庆年起，清王朝的政治腐败、经济衰萎、军纪松弛等弊端已逐渐暴露出来并日趋严重，这些制度与规定也就形同虚设了。

① 《钦定大清会典事例》卷八九六《工部·火药三》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16104 页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九六《工部·火药三》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16109 页。



第二章
钢铁兵器

以弓马骑射见长的清军在进入中原后，虽然已经大量使用火绳枪炮，但是刀矛弓箭等钢铁兵器仍占其武器装备的一半左右，这种状况一直延续到鸦片战争时期。其间，射远兵器、格斗兵器、防护装具、战车等武器装备，都有一定的发展。

第一节 射远兵器

清军装备的射远兵器主要是弓与箭，弩已不是制式装备，但有些省的驻军仍在使用一些小型弩。

一、弓

清军装备的弓都按统一的制式制作，其材料都经过严格的挑选。

1. 官兵使用的制式弓

清军装备的制式弓，其弓杆一般用榆木或槺木制作，南方也有的用巨竹削制而成。无论选用哪一种材料做弓杆，都要取其纹理平正端直而没有歪斜节疤之弊端，只有用这样的材料制成弓杆，才能张而不跛。弓杆一般长3.7尺，杆面傅以牛角，杆背施以筋胶，外饰桦皮。杆一而角两，两角之接合处用鹿角一块而围以筋胶，外用暖木皮裹之，称为弓靶。两弰用桑木制作，各长6.3寸，镶以牛角，刻锲其末，以受弦弧。弰与杆之间为弦床，又称“垫弦”。垫弦有两种：一种缠蚕丝20多根为骨，外用丝线横缠以束之，分3节，每隔7寸左右便空出1~2分不缠，以便在不张弓时可折叠而收之，这种弓多用于教习；另一种垫弦用鹿皮制作，这种弓多用于作战。用这种方法制成的弓，就是清军官兵装备最多、最普遍的弓，又称“职官兵丁弓”（图3-2-1）。

弓力的强弱由弓杆的厚薄与所用的胶漆而定。按当时的规定，以“力”① 为单位，从“力”大到“力”小，把弓分为六等：18~16“力”为一等，用筋2斤16两，胶14两；15~13“力”为二等，用筋2斤，胶12两；12~10“力”为三等，用筋1斤10两，胶10两；9~7“力”为四等，用筋18两，胶9两；6~4“力”为五等，用筋14两，胶7两；3~1“力”为六等，用筋8两，胶5.4两。弓制成后，按士兵张弓力量的大小，配发相应的弓，进行作战训练②。除官兵作战训练使用的制式弓外，还有在此基础上制成的皇帝使用的弓，以及王公（包括亲王以下至奉恩将军）使用的弓（图3-2-1）③。

2. 皇帝使用的特制弓

皇帝使用的特制弓有大阅弓、大礼随侍弓、随侍弓、行围弓（照片25）等。

---

① “力”：张弓时所用力气的单位，每“力”为9斤14两（一说9斤4两，此处1斤=16两）。

② 《清会典图》卷九四《武备四·弓箭一》，中华书局版，1990年11月影印本《清会典图》（上），第915页。以下引此书时均同此版本。

③ 《清会典图》卷九四《武备四·弓箭一》，第915、916、932、934页。



它们所用的材料精良、制作工艺精细、装饰精致华丽，没有多大实用价值。

大阅弓以桑木为杆，杆面傅以角，杆背傅以筋。蒙金桃皮，附加暖木皮。置矢处加黑桃皮，两弰以柡木饰，桦皮，刻其末为弦弫，外加弦床。鹿角饰绿革，弦用丝制作，长 4.95 尺，置栝处用革包裹（图 3-2-1）。

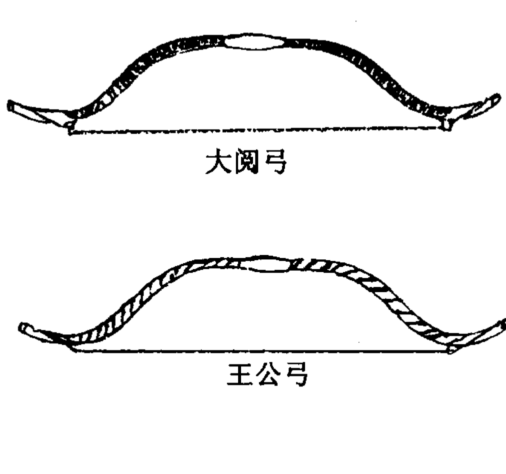
大礼随侍弓的弓背装饰金红桦皮，两弰饰红鲨鱼皮。弦用五彩丝制作，置栝处不裹革。其余均同大阅弓。

随侍弓除弦的置栝处不裹革外，其余均同大阅弓。

行围弓的制式与随侍弓相同。

3. 王公使用的弓

王公弓又称亲王弓，以桦木为弓杆，杆面傅以黑角，杆背傅以筋，蒙以桦皮，附加暖木。两弰以桑木饰白桦皮，弦床饰角。纫皮为弦，长 4.9 尺（图 3-2-1）。按当时的配发规定，每名亲王 10 张、亲王世子 9 张、郡王 8 张、郡王长子 7 张、贝勒及其子各 6 张、镇国公与辅国公各 4 张、镇国将军至奉恩将军各 2 张。





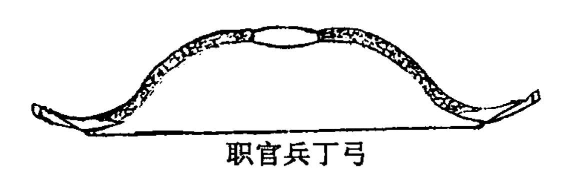


图 3-2-1 清军的弓

二、箭

清军装备的箭，按用途可分为战斗用箭、田猎用箭和教阅用箭三大类。

1. 官兵使用的制式箭

官兵使用的制式箭都选用既圆又直的杨木、柳、桦木为箭杆，杆长 3 尺，铁镞长 3 寸，另用数寸之木刻槽一道，称箭端。箭端刻衔口以安箭镞，尾部衔口为栝，以安箭羽。羽间，职官署衔名，兵丁署姓名。用于战斗的有透甲锥箭、柳叶箭、梅针箭。用于田猎的有凿子头箭、铍子箭、菠菜箭、艾叶箭、月牙箭、兔叉箭、狼舌箭、燕尾箭、鸡心箭。用于教阅的有骲子箭。骲子箭的骲用木制作。骲长 1 寸，中空有孔，发射后因受风而鸣，被称为响箭。如果在这种箭杆上加上用骨角制作

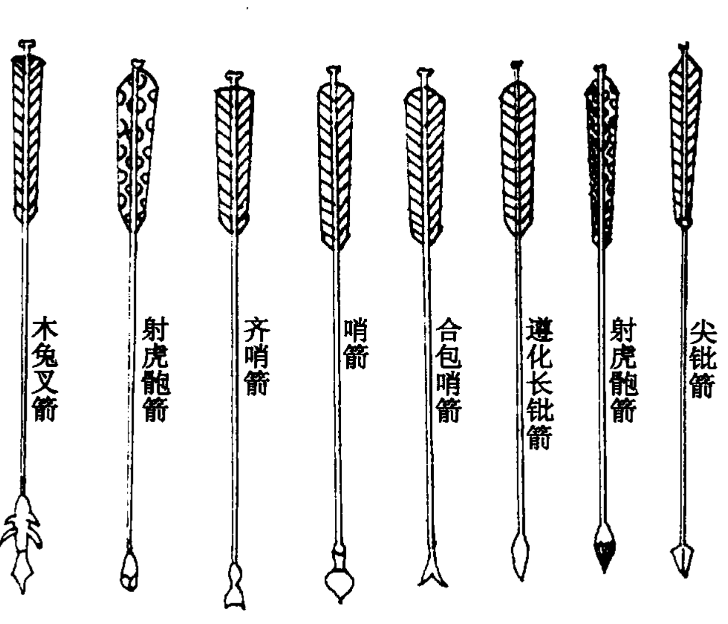


图 3-2-2 清军的箭



的哨，那么它就被称为鸣镝。除官兵作战训练使用的制式箭以外，还有在此基础上制成的皇帝使用的箭，以及王公使用的箭（图3-2-2）①。

2. 皇帝使用的箭

皇帝使用的特制箭有大阅箭、大礼随侍箭、专礼随侍箭、随侍箭，以及多种行围箭（照片25）。

大阅箭有铍箭、梅针箭、骲箭3种，都以杨木为箭杆。铍箭长3.1尺，镞薄而阔，长3寸，杆首饰黑桃皮，以皂色雕羽为翎。梅针箭长3尺，铁镞长3.8寸，前锐后长，镞体较厚，杆首饰黑桃皮，以皂色雕羽为翎，栝旁缠绿茧。骲箭长3.1尺，骨骲长2.9寸，起棱，环穿8孔，皂雕羽，栝旁缠绿茧。

大礼随侍箭有铍箭与骲箭2种，都以杨木为杆，杆长3.1尺。铍箭之铁镞长2.9寸，中阔1.6寸，上有花纹。杆首饰黑桃皮，以皂色雕羽为翎。骲箭之角骲长2.2寸，四棱，环穿8孔，以斑纹雕羽为翎，栝旁缠绿茧。

吉礼随侍箭有铍箭、骲箭、3种哨箭，都以杨木为杆。铍箭与大阅之铍箭相同。骲箭之骲环穿4孔，其余同大阅之骲箭。哨箭之杆长3尺，骨骲长1.2寸，环穿4孔，衔铁镞长1.4寸，如大阅铍箭之镞一般。

随侍箭有铍箭、梅针箭、骲箭、2种哨箭，共5种，都以杨木为杆。除兔叉哨箭（图3-2-2）外，其余4种都与吉礼随侍箭相同。兔叉哨箭长2.9尺，角骲长1.6寸，圆而前锐，起棱，环穿5孔，下接桦木长2.5寸，施铁齿4，为二重。上齿长1.1寸，下齿长1.2寸，末有倒钩向外，以色鹏羽为翎。

行围箭有铍箭、哨箭（图3-2-2）2种，都以杨木为杆。其形制构造与上述铍箭、哨箭大同小异。

此外，还有8种行围箭。其中2种为铍箭，6种为骲箭，都以杨木为杆。其形制构造与上述铍箭、哨箭大同小异。

3. 王公使用的箭

王公使用的箭有铍箭、梅针箭2种，都以桦木为杆。两种箭各长3尺，铁镞长3寸。杆首桦皮，以皂色雕羽为翎，羽瓴间写有爵名。

4. 几类常用箭的形制构造

清军的常用箭有很多种类，可分为：铍箭、梅针箭、鹘箭、哨箭、枪头箭、尖头箭（图3-2-2）、兔叉箭、杂类箭等八大类，各有特点不同。

铍箭类有13种，都以杨木为杆，除遵化长铍箭（图3-2-2）长3尺外，其余均长2.9尺。其一是遵化长铍箭，铁镞长3.5寸，阔5分，杆首饰黑桃皮，以皂色雕羽翎，锐可洞穿铠甲。其二是索伦铍箭，镞长2.8寸，阔5分，形似铍箭而稍窄，主要用于作战。其三是大铍箭，铁镞长2.5寸，阔1.5寸，多用于射猎野兽。其四是小铍箭，铁镞长2.4寸，形似铍箭而稍小，多用于射兽。其余锈铁铍箭、射虎铍箭、齐铍箭、月牙铍箭、燕尾铍箭、梳脊铍箭、抹角铍箭、尖铍箭（图3-2-2）、叉铍箭等9种铍箭，其形制构造均与铍箭大同小异，都是射猎野兽用的

① 《清会典图》卷九六《武备六·弓箭三》、卷九四《武备四·弓箭一》卷九五、《武备五·弓箭二》《清会典图》（上），第935、917~922、932~933页。



利箭。

梅针箭类有3种。其一是梅针箭，以桦木为杆，长2.8尺。铁镞长3.2寸，阔4分，杆首饰黑桃皮，以皂色雕羽为翎。其二是齐梅针箭，镞端横平，其余同梅针箭。其三是额鲁特梅针箭，以杨木为杆，长2.9尺，铁镞长1.9寸，阔4分，后微短。这3种箭都用于作战。

骲箭类有5种，都以杨木为杆，长2.9尺。其一是尖骲箭，骲长3.3寸，前骨后角5棱，环穿10孔。其二是方骲箭，桦木骲长1.9寸，4棱，穿孔。其三是射虎骲箭（图3-2-2），桦木骲长1.7寸，起棱，环穿4孔。其四是齐骲箭，角骲长1.9寸，其半起棱，环穿4孔，端平，方广1.1寸。其五是实心骲箭，桦木骲端加象皮，长1.7寸，起棱，不穿孔。另有拧翎箭，不加镞，以备替换折断箭杆的骲箭。骲箭多为皇帝打猎用箭。

哨箭类有10种，都以杨木为杆，以皂色雕羽翎，骹衔铁镞。有索伦哨箭、角哨箭、方哨箭、鸭嘴哨箭、合包哨箭（图3-2-2）、齐哨箭（图3-2-2）、圆哨箭、长哨箭、榛子哨箭、榛子哨钺箭。这10种箭都是皇帝行围打猎用的箭。

枪头箭类有3种，都以杨木为杆，长2.9尺。枪头箭铁镞长3寸，形如枪锋。角头箭角镞长3.5寸，形如梅针箭。火燎杆箭铁镞长2.2寸，耐阴湿，形同枪头箭。这3种箭都是作战用箭。

尖头箭类有尖头箭、快箭、墩箭等3种，以杨木或桦木为杆，长2.9尺，镞长1.1寸左右，飞行速度快而远，都用于射杀飞禽。

兔叉箭类有铁兔叉箭、木兔叉箭2种，以杨木或桦木为杆，长2.9尺，铁镞长2.5寸和7寸，主要用于射杀狡兔。

杂箭类有鸭嘴箭、水箭、渔叉箭3种，以桦木或杨木为杆，各长2.9尺，镞如鸭嘴或鱼叉形，多用于射鸭、射鱼。

上述8类42种箭中，用于作战的主要是钺箭、梅针箭、枪头箭等3类8种，其他的箭虽也可以用于作战，但其主要是为行围打猎而造。

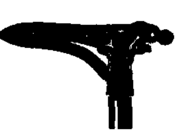
5. 箭的配发数额

按清廷的规定，除皇帝以外，自亲王至兵丁，都要按等级配发规定数额的钺箭与梅针箭。其中王公贵族配发箭的数额是：亲王3 000支、世子2 500支、郡王2 000支、长子1 700支、贝勒1 500支、贝勒子1 000支、镇国公700支、辅国公600支、镇国将军400支、辅国将军300支、奉国将军170支。职官兵丁箭配发的数额是：八旗世职公爵550支、侯爵500支、伯爵450支、子爵400支、男爵350支、轻车都尉250支、骑都尉200支、云骑尉150支，武职一品至五品各为400、350、250、200、150支，六品以下100支，护军前锋领催70支、骁旗兵50支、步军40支。

清军所用的弓箭，除由工部与武备院的下属作坊制造外，还在兵部设箭匠10人制造官箭，在八旗每佐领（每佐编300人）下编弓匠1人制造官箭。

三、櫜鞬

櫜鞬（gǎojiān）又称撒袋，是盛装弓箭的容器。清代的櫜鞬除按用途区分为不同的形式外，在材料选择、工艺精粗与外表装饰上，都因爵位、官职等品级的



不同而有明显的区别。

皇帝行围櫜鞬都用黄革制作，以绿革为缘，櫜面缀金环，系明黄绫，鞬布金钉十九，杂饰金花，衔绿松石。盛钺箭7支、哨箭3支，悬以明黄带，系素金钩，缀于3个革版钩孔中，左右及后圆版各1。左右旁加版衔环各1，都用黑革，饰绿松石（照片3-1）。亲王与郡王的櫜鞬，都用青倭缎制作，以红毡为里，绿革为缘，饰以缕金花纹，镶嵌红宝石、绿松石、青金石，系金黄绫，悬以金黄带。贝勒至入八分公使用的櫜鞬，系石青绫，其余同亲王使用的櫜鞬。

职官使用的櫜鞬分3等。一二品职官配一等，用革制作，以白罽（jì，一种毛织品）为里，绿革为缘，加红黄线三道，各缀两个环，悬革带，蓝布里；前面系有钩，左右与后面各有带版一块；带及櫜鞬的环饰，都用铁制作，外表鋄（jiǎn，铁上镂金银文）金。三品至五品职官使用二等櫜鞬，以红绒为里，边缘加红黄二道线，带及环饰都用铁制作，外表鋄银涂金，其余同一等櫜鞬。六至九品职官配用三等櫜鞬，以红绒为里，带及环饰都用铜制作，其余同一等櫜鞬。兵丁用黑革制作的撒袋，以红绒为里，边缘不加线，带及环饰都用铜制作，不镂花，其余同一等櫜鞬。

四、弩

弩在明朝后期已很少使用，到清雍正五年（1727年）时，清廷已不再将弩列为军队装备的兵器。乾隆五年（1740年），清廷鉴于云南、贵州二省多阴雨，弓箭容易受潮，只有用木料制作的弩，不怕潮湿，仍为军中的利器。于是下令当地驻军中的弓箭兵兼习弩弓。此后，弩又在一部分行省的驻军得到了使用。

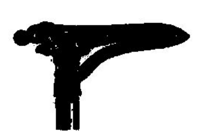
几种弩的形制构造如下：

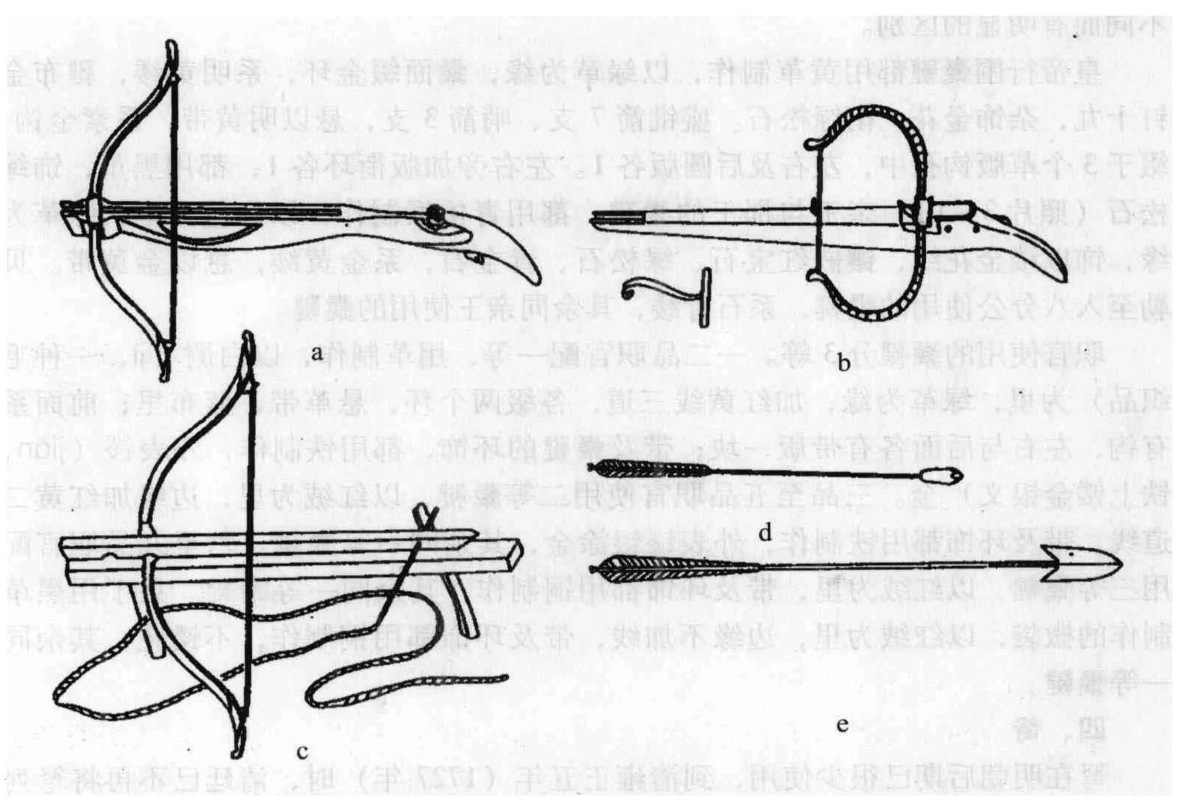
由于各型火炮的大量使用，清军已不再使用大型弩而只使用几种轻型弩，其中有如意弩、双机弩、双机贯兕神弩、射虎弩等（图3-2-3）①。

如意弩以鸿涞木为臂，长12.4寸。以木为弓，傅以角，弓背向内，饰红桦皮，安于后部，无箭槽。两弰圆曲，张朱丝弦，弦中施扣。面平末俯，首饰象牙微凹。弩牙及机都用铁制作，中间有铁镤，用以束住弓弣，弣向内，另用铁钩着扣。发射时，把箭放于括内，用铁钩拉弦挂于弩牙上。钩长2.5寸，压板机发射。

双机弩以桦木为臂，长24.7寸。以木为弓，傅以角，弓背向外，饰红桦皮，用皮带系弓，弩牙左右各一。发射时，用手拉弦于牙上，把箭放入箭槽内，以左手执弩臂，用右手压扳机发射，拉弦张弓之力为4.5“力”（按每力为9斤14两计算，约为20.6千克）。故宫博物院的武备库里，收藏有一件双机弩。全弩由弩托、弩机、弩臂、承弓铁片托组成。弩臂用楠木制作，除弩上臂外，都缠以桦皮，弩面光滑平整，无箭槽。弩长103厘米、弩托长15.8厘米、弩高7厘米、承弓铁片托长10厘米、宽3.5厘米、弩面宽2厘米。此弩拉弓张弦需用4~5“力”，用手挽弦加于牙上，压扳机发射弹丸[5]。双机贯兕神弩与射虎弩在形制构造上与神机弩大同小异。

① 《清会典图》卷九七《武备七·弩》，《清会典图》（上），第953~956页。





a. 双机弩　　b. 如意弩　　c. 射虎弩

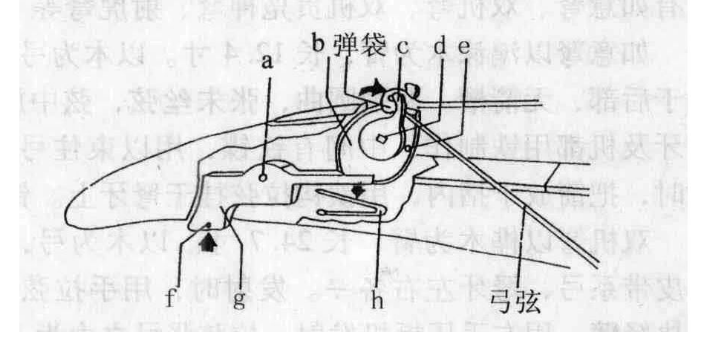
d. 弩髇箭　　e. 射虎弩箭

图3-2-3　清军的弩与弩箭

（采自《文物》1995年第6期）

由于火器制造技术与发射装置的一些基本原理的运用，清代的弩与弩机已有很大的改进。

清代的弩机由圆形轴（铁钉）、转盘、机牙、方形轴（方形铁钉）、铁钉帽、保险孔、扳机、弹簧片等部件构成（图3-2-4）。圆形轴既可固定扳机，又可作轴，使扳机转动。转盘为弩机主件，由弩牙带动转动。机牙有2个，具有手柄、瞄准、夹铅弹或挂弦作用。方形轴用于固定机牙，并使之与转盘连为一体。铁钉帽起阻挡弩牙作用。保险孔的作用在于弩机处于待发状态时，不致随时触动扳机，起保险作用。发射时，左手握弩臂，右手扳机牙，使转盘与扳机卡住，而后拉弦挂于弩牙上，使之处于待发状态。接着便扣动扳机，扳机下压弹簧，与转盘脱开，弩牙倒下，将箭镞或弹丸射出，同时弹簧反弹，使扳机复原，准备再发。



a. 圆形轴（铁钉）　b. 转盘　c. 机牙　d. 方形轴（方钉）

e. 铁钉帽　f. 保险孔　g. 扳机　h. 弹簧片

图3-2-4　双机弩弩机构造

（采自《文物》1995年第6期）



五、弩箭

上述几种弩配用的弩箭有如意弩箭、弩鈚箭、弩骲箭、射虎弩箭等（图3-2-3）①。

如意弩箭以桦木为杆，长7.8寸，杆首饰黑桃皮，以皂色雕羽为翎。铁镞长6分，与鈚箭的形制构造大同小异。故宫博物院藏有如意弩箭的实物，箭杆长86厘米，直径0.6厘米，铁镞较小而圆，长3厘米、宽1.7厘米，羽翎长24厘米。主要用于作战。

弩鈚箭以杨木为杆，长2.14尺、铁镞长1.2寸，圭首后修。故宫博物院藏有弩鈚箭的实物，箭杆长68.5厘米、直径0.6厘米，铁镞呈大扁铲形，长7.5厘米、宽3.8厘米，羽翎长24厘米，栝染成黑色。主要用于作战。

弩骲箭以杨木为杆，骲长9分，环穿5孔，发射时受风而鸣，与弓射骲箭的形制构造相似。主要用于校阅和狩猎。

射虎弩箭以桦木为杆，长2.9尺，铁镞长3寸，前微圆，后为燕尾形两歧刃。箭杆的头部饰有黑桃皮，以皂色雕羽为翎，栝染成红色。主要用于打猎。

六、清军弓箭兵的编制

驻防各地的清军都编有弓箭兵，但因驻在地区的天候、地理、守备需要等条件的不同，其编制方式与占总人数的比例也各有区别。按雍正五年（1727年）至七年对部分行省驻军的编制规定：山东省各营每百名士兵编弓箭兵30人；山西省各营每百名士兵编弓箭兵60人；福建省陆路各营每千名士兵编弓箭骑兵200人，弓箭步兵100人；浙江省各营每千名士兵编弓箭兵300人；广东省各营每百名士兵编弓箭兵20人；贵州、云南、广西三省各营每千名士兵编弓箭兵200人。上述情况说明，山西省各营处于沿边地区，利于使用弓箭，故弓箭兵占编制总人数的60%。西南的云南、贵州、广西，以及沿海的广东、福建、浙江，因使用鸟枪较多，故弓箭兵只占编制总人数的20%~30%②。清军装备弓箭的比例数，竟同明洪武年间军队装备30%弓箭的比例数基本相同，可见清军对射远冷兵器的依赖性之大。与此同时，欧洲一些国家不但淘汰了弓箭，而且已经由火绳枪进入了燧发枪的阶段。

第二节　格斗兵器与防护装具

在火器还没有完全取代冷兵器的情况下，在清代前期军队装备的格斗兵器中，刀、镰、斧、钺，枪、矛、戟、镖、鞭、锏、椎、棒、镋、钯、叉、钩、挽，以及防护装具中盾牌、甲胄等还占相当数额。

一、刀镰斧钺

这几种都是阔刃兵器，主要用于劈、砍、斩、割。其中刀有长柄与短兵之分，其他几种兵器的柄都比较短。

---

① 《清会典图》卷九七《武备七·弩》，《清会典图》（上），第955~956页。

② 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6578~6579页。



1．长柄刀

清军装备的长柄刀都用铁制，全刀由刀头与长柄组成，具体构造与装饰各有不同。其中有藤牌营使用的挑刀，绿营兵使用的偃月刀、宽刃大刀、虎牙刀、船尾刀、片刀、割刀，以及武试用的武科刀等（图3－2－5）。

挑刀，（图3－2－5）是汉军藤牌营与汉军直省绿营装备的一种战刀。藤牌营隶属于汉军骁旗营，主要任务是护炮。挑刀形似佩刀，全长7.6尺。刀头窄而稍弯，刃长2.2尺，阔1.1寸。安置刀头的銎呈铁盘形，厚2分。木柄长5.4尺，围4.6寸。柄端安有4寸长的铁镈。

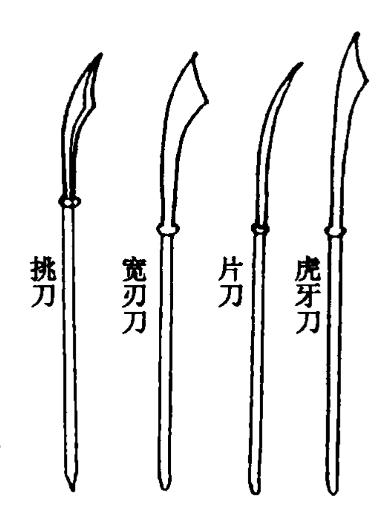


图3－2－5　清军的刀

偃月刀，是绿营兵装备的一种战刀。绿营兵是清朝的正规军，系国家经制兵，驻防全国各行省，约有60万人。所用偃月刀全长7尺。刃长2.45尺，刃口上部稍弯而上翘，背为歧刃，衔以龙口。木柄长4.28尺，围5.2寸。柄端安有4寸长的铁镈。下列宽刃大刀、虎牙刀、船尾刀、片刀、割刀，也都是绿营兵装备的长柄战刀。

宽刃刀，（图3－2－5）大刀全长6.92尺。刃长2.5尺，上阔3寸，背无歧刃。木柄长4尺，围4.6寸。其余同偃月刀。

虎牙刀，（图3－2－5）全长5.42尺。刀刃尖锐而上翘，刃长2.7尺，阔1.1寸。木柄长2.7尺，围3.7寸。其余同宽刃大刀。

船尾刀，全长3.42尺。刃长2.2尺，阔1寸。木柄长1.2尺，围3.1寸。其余同虎牙刀。

片刀，（图3－2－5）是绿营兵装备的一种战刀。全长7.12尺。刃长2尺，阔1.3寸。木柄长4.7尺，围4寸，柄端安有一个长4寸的铁镈。安置刀头的銎为2分厚的铁盘。

割刀，是绿营兵装备的一种战刀。全长5.2尺。刀头横置于长柄的上端，刃长1.4尺，阔1寸，形如刈钩。另有一种缭风刀与其形状相似，横刃长1寸，阔1寸，銎长2寸。木柄长5尺，围3.1寸。两者都是刀刃向内的割杀战刀。

武科刀，是清军用于考选武官刀技的一种战刀。形同偃月刀，分三个等级，用以考定用刀者的技能等级。一等刀重120斤，长8.15尺；二等刀重100斤，长7.87尺；三等刀重80斤，长7.4尺。

2．短柄刀

短柄刀，由刀头与短柄组成，使用较普遍，既是清军的战刀，又是皇帝、王公大臣与官兵的佩刀，几乎取代了佩剑。剑在清代除了作为皇帝、贵族的玩物外，已很少用于军事。

短柄战刀的种类甚多，主要有顺刀、云梯刀、鶣（piān，削）刀、朴刀、滚被双刀、宽刃鶣刀、窝刀、斩马刀、长刃大刀、背刀、双手带刀等①。

① 《清会典图》卷一〇一《武备十一・器械一》，《清会典图》（上），第992～998页。



顺刀，是宫廷警卫军前锋营左右两翼士兵佩用的一种战刀。左翼与右翼的顺刀既基本相同，又有所差异。两者都有锐利的尖锋，刃长8寸，阔1寸。安柄的銎为2分厚的铁盘。刀鞘长9寸，外用皮革包裹。其不同之处在于：左翼顺刀的中间起脊，与剑相似，全长1.2尺，木柄长4寸，涂有黄油，末端钻以铁，刀鞘两端钻以铁，中间束两道铁箍；右翼顺刀的中间无脊，全长1.1尺，梨木柄3寸，束以铁，系蓝绥（ruí，即缨），刀鞘近口处束以铁。这些差异便于官兵辨认。

云梯刀，是健锐营装备的一种战刀。健锐营又称云梯健锐营，建于乾隆十四年（1749年），因金川战争的需要而设，云梯刀也随之造成。全刀长2.64寸，刃长2.3尺，柄长3.2寸，用黄铜作装饰，其形制构造与官兵用的佩刀相似。

劚刀，是藤牌营与汉军直省绿营兵装备的一种战刀，形似官兵的佩刀，全长2.8尺，刃长2.2尺，阔1寸。木柄长5.8寸，柄末钻以铁，系蓝绥。

朴刀，是绿营兵装备的一种战刀。全长1.92尺。刃长1.4尺，上阔2.4寸，下阔1.2寸。木柄长5寸，缠红黄革，末钻以铁，系蓝绥。

滚背双刀，是绿营兵装备的一种双手战刀。左右手各持一把。全长2.11尺。刃长1.6尺，阔1寸。木柄长4.9寸，缠红丝，末钻以铁，系蓝绥。木制刀鞘长1.7尺，外用皮革包裹，用铜作装饰物，系蓝绥。安柄的銎似半规形，并纳于鞘。鞘上有2个铜环，便于系绳佩带。

除上述几种刃与柄都比较短的短柄战刀外，绿营兵还装备了几种刃部较长较阔的宽刃劚刀、窝刀、斩马刀、长刃大刀、背刀、双手带刀等短柄战刀，它们都有铁盘形安柄的銎，厚2分。大多用铁作装饰物。

宽刃劚刀，全长4.62尺。刃长2.4尺，上阔2.4寸，下阔1.2寸。木柄长2.2尺，围3.1寸。柄上缠红蓝绳，末端钻以铁。

窝刀，形如佩刀，全长3.42尺。刃长2.6尺，阔1寸。木柄长8寸，表面缚藤或缠革，涂绿色漆，末钻以铁，系蓝绥。木制刀鞘长2.7尺，外裹绿色皮革。

斩马刀，形似佩刀而稍长，全长4.8尺。刃长3.4尺，阔1.5寸。木柄长1.38尺，缠红黄革，柄端系蓝绥，钻以铁。木制刀鞘长3.5尺，外用皮革包裹，涂以红漆。

长刃大刀，全长5.1尺。刃长3.3尺，阔1.5寸。木柄长1.8尺。刀鞘长3.2尺，涂红漆。其余同斩马刀相似。

背刀，形似斩马刀而稍短，全长3.12尺。刃长2.3尺，阔1.3寸。木柄长8寸，缠绿线，末钻以铁，系蓝绥。木制刀鞘长2.4尺，涂红漆。

双手带刀，比斩马刀稍短，全长4.22尺。刃长2.7尺，阔1.5寸。木柄长1.5尺，缠红蓝线，末钻以铁。木制刀鞘长2.8尺，裹丝革。

短柄佩刀，也有好几种，见于记载的有职官兵丁佩刀、王公大臣佩刀、皇帝大阅佩刀、皇帝吉礼随侍佩刀、皇帝随侍佩刀等①。

职官兵丁佩刀，是清军官兵装备最普遍的一种佩刀。全长2.64尺，刃长2.2尺，阔1.3寸。安柄的銎似铁盘形，厚2分。木柄长4.2寸，缠蓝色线，柄末钻以

① 《清会典图》卷一〇一《武备十一·器械一》，《清会典图》（上），第989~991页。



铁，系蓝绫。木制刀鞘长2.5寸，外用皮革包裹。其中用于职官的佩刀用铁制品作装饰体，外表镂金银纹。兵丁用的佩刀用黄铜作装饰体。其余同职官佩刀。

王公佩刀，为清廷亲王郡王所佩用。全长2.7尺，刃长2.25尺，阔1.4寸。安柄的銎似铁盘形，厚2分，上镂金纹。木柄长4.3寸，缠金黄丝，末钻以铁，镂金纹，系金黄绫。木制刀鞘长2.5尺，外涂漆，绘五色莲花，镶嵌珊瑚、珍珠、青金石、绿松石。贝勒至入八分公的佩刀，木柄缠青丝，系石青绫，其余同郡王亲王佩刀。

皇帝用的佩刀，虽然其形制构造与职官佩刀大同小异，但是其用料却十分精贵，制作异常精美，尤以乾隆年间制作的御用宝刀、宝剑最为华丽。乾隆帝曾4次命内务府造办处进行制作，共制成宿铁刀剑90把，作为皇帝大阅、吉礼时佩用。

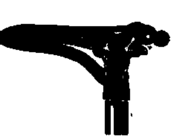
皇帝大阅佩刀，制于乾隆十三年（1748年），全长2.77尺。刃长2.3尺，阔1.5寸。右镂银文：横为“天字一号”，纵为“炼精”；左横为“乾隆年制”，都为隶书。安柄的銎似金盘形，厚2分；周围饰红宝石、绿松石、青金石，连环相间，各四枚；外衔珍珠。木柄长4.5寸，缠明黄丝。末钻铁涂金；周饰红宝石、绿松石、青金石三道；衔珍珠，系明黄绫；中饰绿松石。木制刀鞘长2.5尺，饰金桃皮；琫珌（běngbì，古代佩刀鞘上近口处的装饰称琫，刀鞘末端的装饰称珌）都镂金花纹，饰红宝石、绿松石、青金石各一；中横束镂金二道，装饰同上；背为金提梁，左右各饰红宝石四、青金石二、绿松石二；系明黄绫于金环上。悬挂于饰金的革版上。故宫博物院内藏有一把乾隆御用佩刀，全长3.2尺。刀鞘皮笺记“天字七号宿铁刀一　重二十□两　乾隆年制”等字。由此可见，这一把佩刀与《清会典图》所绘记的“皇帝大阅佩刀”，似属同一类制品。

皇帝吉礼随侍佩刀（剑形），制于乾隆十五年（1750年）。剑首，全长3尺，刃长2.5尺，阔1.4寸。中起脊三道，背衔金龙，龙口外刃2.2寸。近柄处镂银花纹：左为“神锋”，右为“乾隆年制”，都为隶书。安柄的銎为银盘形，厚2分，镂金花。木柄长4.8寸，蒙白鲨鱼皮，横饰九行，中间为绿松石，两旁为青金石与红宝石相间。上围饰绿松石、红宝石，贯明黄绫。木制刀鞘长2.7尺，中蒙绿鲨鱼皮，旁为铁，都缀金花纹。鞘口与鞘末端都缀银花纹，并装饰绿松石、青金石、红宝石。故宫博物院内藏有一把乾隆御用佩剑，全长3.2尺。剑鞘皮笺记“地字二号钊（tuán）犀剑一　重三十两　乾隆年制”。由此可见，这一把佩剑与《清会典图》所绘记的“皇帝吉礼随侍佩刀”，似属同一类制品。

皇帝随侍佩刀，全长3尺，衔金龙口。刃长2.17尺，阔9分。安柄的銎似镂金龙盘，厚2分。木柄长8.1寸，缠明黄丝。木制刀鞘长2.5尺，蒙绿革，外镂金花。

3. 镰

中国古代很少有将镰作为军队的制式兵器，清军前锋营左右翼士兵却用镰作兵器。当时所用的镰有2种，都用精铁制造。全镰由镰头与木柄组成，镰头横置于木柄之头部。左右两翼所用之镰的构造稍有不同。左翼士兵所用之镰，其形如锄，镰锋尖锐，镰脊稍厚，自镰锋至镰脊长5.8寸，榆木柄长1.3尺，围2.2寸。柄末穿孔，系蓝绫。右翼士兵所用之镰，其形如左翼镰而稍阔；自镰锋至镰脊长5寸；



桦木柄长 1.2 尺，围 2 寸。末端裹暖木皮，有穿孔，系蓝绣（图 3 - 2 - 6）①。

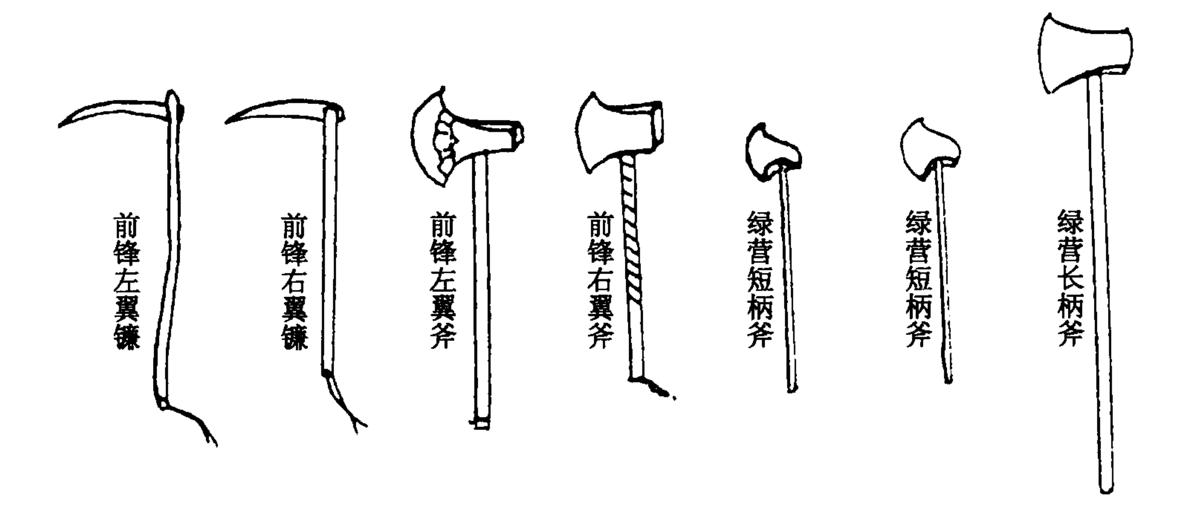


图 3 - 2 - 6　清军的镰斧钺

4. 斧

清军装备的斧有 3 种：其一是前锋营左右翼使用的短柄斧；其二是绿营兵使用的双斧；其三是绿营兵使用的长柄斧（图 3 - 2 - 6）②。它们都由斧头与柄组成。斧头用精铁制成。

前锋营左翼使用的短柄斧，其刃如半月，刃阔 4 寸，镂银龙火珠。斧背阔 1.1 寸，自刃至背长 4.5 寸，有安柄的銎。榆木柄长 1.2 尺，围 2.4 寸，末钻以铁。前锋右翼使用的短柄斧，其刃稍弯，阔 3.4 寸，背阔 2 寸，自刃至背长 3.2 寸。桦木柄长 1 尺，围 3 寸，末裹暖木皮，有穿蓝绣的孔。两者有一定的区别，以便分辨。

短柄双斧的构造相同，由使用者的左右手各持一把。其刃如半月，刃阔 4.6 寸，自刃至背各长 4.5 寸。斧背呈方形，每边 1.5 寸，厚 4 分。木柄各长 1.6 尺，围 3.1 寸，涂红色漆。斧重各 1 斤。

长柄斧，只有一种样式，其刃如弯月，阔 7 寸，自刃至背长 8.5 寸。斧背呈方形，每边 4 寸，厚 1 寸。木柄长 4 尺，围 4 寸，涂红漆。

5. 钺

钺，是绿营兵装备的一种劈砍兵器。使用钺的士兵双手各持一把，故称双钺。钺用精铁制成，刃如半月，刃阔 4.6 寸。背圆而俯，径 2.4 寸，厚 4 分，有銎可横安于木柄上，木柄如双斧木柄之形式。自刃至背长 4.7 寸。

二、枪矛戟镖

这几种都是以铁制的锋刃刺杀敌人的兵器，由锋头与长短柄组成。

1. 枪

枪是清军装备较多的刺杀兵器，种类较多，见于《清会典图》绘记的就有：虎枪、3 种长枪、钩镰枪、双钩镰枪、蛇镰枪、十字镰枪、雁翎枪、虎牙枪、火焰枪、火镰枪、梨花枪、手枪、钉枪等 15 种（图 3 - 2 - 7）③。

① 《清会典图》卷一〇三《武备十三·器械三》，《清会典图》（上），第 1011 页。
② 《清会典图》卷一〇三《武备十三·器械三》，《清会典图》（上），第 1013 页。
③ 《清会典图》卷一〇二《武备十二·器械二》，《清会典图》（上），第 1000 ~ 1005 页。



虎枪，是装备虎枪营的一种长柄枪。虎枪营建于康熙二十三年（1684年），由黑龙江所进精骑射、善杀虎者编成。其所用枪长8.3尺，锋长9寸，如古代长条形玉器圭之形，中起棱。白蜡木柄长7.4尺，首部横系2鹿角，长1寸。柄末安镦。

健锐营长枪，制于乾隆十四年（1749年），全长10.3尺，锋长9寸，中起棱。木柄长9尺，围4.6寸，锋下两旁横出刀刃，贴于枪下，长1.4寸，阔5分。柄末安铁镈。

护军营长枪，全长10.37尺，锋长1.1尺。安柄的銎似铁盘形，厚2分，下系红旄。木柄长10.22尺，末端安一个长4寸的铁镈。护军营的主要任务是守卫紫禁城与随扈警卫皇帝。

绿营兵长枪，全长1.4丈，锋长7寸，下系红旄。木柄长1.3丈，围3.7寸，末端安一个长3寸的铁镈。

其余11种长枪都是为绿营兵所用。其中钩镰枪、双钩镰枪、蛇镰枪、十字镰枪、雁翎枪、虎牙枪等6种，枪头构造基本相似，都以枪锋居中，旁侧横出1～2个钩刃、镰刃或虎牙形尖齿。全长4.6～9.1尺。枪锋长6～8寸，旁刃长1.7～7寸。木柄长4～9.1尺，围2.8～4寸。有的枪柄末端安有4寸长的铁镈。这类枪除枪锋直前刺敌人之外，还可用旁侧的钩、镰、齿，以钩、割、啄、戮等多种方式杀伤敌人。

火焰枪，全长6.6尺。木柄长5.5尺，围4寸，涂红漆。柄首安有一个圆环，环周均匀伸出10支短锋。主枪锋从环前直伸而前。10支短锋如焰喷出，故有其名。此枪既可直刺，又可击刺、啄杀。

火镰枪，全长9.2尺。竹柄长8尺，围3寸，涂红漆，柄末安有一个4寸长的铁镈。柄首安有一个8寸长的竹管，内装火药。管前横置铁块，两端各伸出一个尖刃，一个尖刃向前、一个尖刃向后；前刃为枪锋，长4寸；后刃为钩镰，长3寸。銎长4寸，周围附4个小筒，各长2寸，内藏铁蒺藜。此枪既可刺可钩，又可喷射火焰灼敌，还可布撒铁蒺藜。是一种三用长枪。

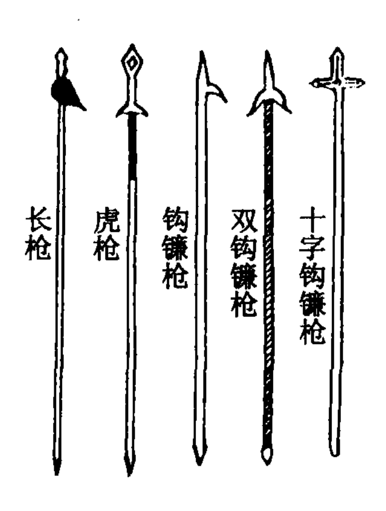


图3-2-7 清军的枪

梨花枪全长7.3尺。木柄长3.8尺，围4寸，涂红漆，末端安有一个4寸长的铁镈。木柄前端安一个长2.6尺的竹筒，面绘彩纹，缚三道铁箍，内藏狼烟火药。竹筒前平行伸出2支枪锋，各长5寸，两旁横出各长6寸的横刃。此枪既可前刺，又可旁啄，还可喷射狼烟。

手枪，全长3.42寸，锋长5.7寸。竹柄长2.9尺，围1.7寸，外裹桦皮，末安骨镦。

钉枪，全长14.95尺。锋长1尺，用藤缚于柄端。竹柄长14尺，围3.7寸，外涂红漆。

2. 矛

矛，是绿营兵装备的一种长柄刺杀兵器。全长1.1丈。矛头与枪头基本相似，锋长7寸，形如柳叶。木柄长1丈，围3.7寸，外涂红漆，末端安有一个3寸长的



铁镈（图3－2－8）①。

3. 戟

戟，是绿营兵装备的一种直刺与钩啄结合的长柄兵器。全长7.5尺。援锋三曲，长1.1尺。胡外曲径8寸。中横二䩭（⻊同距，原意为雄鸡爪后突出的尖锐物），各长2.5寸。木柄长6尺，围4寸，外涂红漆，末端安有一个4寸长的镈（图3－2－8）②。

4. 镖

镖，是绿营兵使用的刺杀兵器。有2种，都用铁制。其一为犁头镖，全长3.5尺；锋刃长5寸，上锐，下阔3寸，如犁头形，因而得名。其二为铁头镖，全长3.4尺；锋刃长4寸，上锐，两旁曲刃向内，长各2.7分。两种镖的木柄均长3尺，前者围4寸，后者围2.7分。两者都是用于投掷刺敌的兵器（图3－2－8）③。

图3－2－8
清军的矛戟镖

三、鞭锏椎棒

这几种都是清军装备的击打兵器。大多是沿袭前人的制品（图3－2－9）④。

1. 鞭

鞭是竹节形铁制击打兵器，前人多有使用，作为清军成建制的装备，是从乾隆十四年（1749年）装备健锐营开始的。该营所用的鞭由手柄和鞭身组成，全长3尺。竹节形鞭身长2.35尺。安柄的鎣似铁盘形，厚1.5分。木柄长6寸，围3寸，外涂漆，末钻以铁。木制鞘，外包革，加有各种装饰品。

2. 锏

绿营兵使用的都是铁制双锏，使用者双手各持一件。单锏全长2.71尺，锏身呈方棱形长2.1尺，木柄长6寸，围3寸，外涂漆，末钻以铁。锏格为铁制圆盘形，厚1.5寸。

图3－2－9 清军使用的鞭锏椎棒

3. 椎

椎又称锤。绿营兵使用的都是铁制双椎。单椎全长1.9尺，由椎头与柄组成。椎头似瓜瓣形，围6寸，重19两。木柄长1.3尺，围2.5寸，末系蓝绫。

4. 棒

绿营兵使用的棒都用圆木制成，有3种。其一是白棒，长5.4尺，围4.6寸，涂黄漆，两头都裹以铁。其二是虎头棒，全长4尺，围4.6寸，涂黄漆，绘虎纹，

① 《清会典图》卷一〇二《武备十二·器械二》，《清会典图》（上），第1006页。
② 《清会典图》卷一〇二《武备十二·器械二》，《清会典图》（上），第1006页。
③ 《清会典图》卷一〇三《武备十三·器械三》，《清会典图》（上），第1015页。
④ 《清会典图》卷一〇三《武备十三·器械三》，《清会典图》（上），第1014～1016页。



故有其名。其三是连枷棒，使用者双手各持一把。单棒长1.58尺，棒头有环，环上系铁索，以便扣系连枷。枷长7.5寸，围2.5寸，外涂油，两头都裹以铁，其一端也有环，以便扣系于铁索上，相连成连枷棒，有以拍击敌人。

四、镋钯叉钩挽

这几种都是绿营兵装备的多锋刃兵器。由铁制的多锋刃头部与长木柄组成（图3-2-10）①。

1. 镋

镋初创于宋，盛行于明，清代又有发展，成为绿营兵成建制装备的兵器，有凤翅镋与五齿镋两种。

凤翅镋，全长7.1尺，有3支尖锋长7寸，似长枪头。两旁各出1支歧锋，似凤展双翅，故有其名。歧凤间横阔1.2尺，与中锋成“十”字正交，镋头下有銎，由3个铁环组成。木柄长6尺，围4寸，涂红漆，柄末安有1个4寸长的铁镈。

五齿镋，全长7.1尺，有5支尖锋如5齿，故有其名。中锋长7寸，似长枪头。两旁各出2支歧锋，横阔1.2尺，而后上翘，如佛手形成平面张开。镋头下有銎，由3个铁环组成。木柄各长6尺，围4寸，涂红漆，柄末安有一个长4寸的铁镈。

2. 钯

钯有月牙钯与通天钯两种。

月牙钯，全长4.38寸。中锋长4.8寸，似长枪头。两旁各出1支歧锋，形如月牙，其名由此而来；两锋尖端相距5寸。木柄长3.9尺，围4寸，涂红漆。

通天钯，全长7尺。中锋长1尺，似长枪头。两旁各出1支歧锋，微弯而稍翘，如半环上凹，其上各有6齿，上下各3齿，每齿长1.4寸。木柄长6尺，围4.6寸，涂红漆。

图3-2-10　清军的镋钯叉钩挽

3. 马叉

马叉，全长6.6尺。中锋长1.2尺，似长枪头。两旁各出1支歧锋，横伸4寸后成直角弧向上弯曲上翘成尖锋，纵高1尺。中锋与两歧形成“山”字形叉头。木柄长5尺，柄末安一个长4寸的铁镈。柄上涂有红漆。

4. 三须钩

三须钩，是清军的一种新型长柄钩杀兵器。全长15.7尺。钩头有3支钩刃呈三向平分张开，向下弯曲如鸡距。竹柄长15尺，围1.8寸。柄上束8道藤箍，涂红漆。

5. 铁挽

铁挽，也是清军使用的一种新型长柄锄形兵器。头部长5寸，安于竹柄之首。

① 《清会典图》卷一〇二《武备十二·器械二》，《清会典图》（上），第1007~1009页。



竹柄长12尺，围3.2寸。

清军除使用上述的格斗兵器外，还有一些暗器，如飞镖、飞叉、飞钩、袖箭、锦套索等。所有这些兵器，虽然在材料上有改进，制作技术与工艺也有进步，但是在杀伤的方式上仍然同前人一样，不可能出现大的突破。

五、盾牌

清军装备的盾牌，其代表性制品集中反映在绿营兵使用的绿营盾牌、虎头牌、燕尾牌、挨牌、圆木牌、藤牌中（图3-2-11）①。

绿营盾牌以木为牌面，长2.6尺，上阔1.6尺、下阔1.3尺。正面涂蓝漆、绘龙头。背面涂红漆，有横2道，系有藤条，以便握持。

虎头牌，以木为牌，长2.9尺、上阔1.5尺、下阔1.1尺。牌面蒙革，绘虎头双爪。背有横木2道，以便握持。

燕尾牌，以木为牌，长2.3尺、阔9寸。上半面正方，下半面分歧成燕尾形，其名由此而来。牌面绘虎头双爪。全牌都涂以蓝漆。

挨牌，以木为牌，长6.4尺，上沿为仰月形，阔2.4尺，下阔1.8尺。正面涂黄漆，背面涂红漆，两面都绘有虎双爪。背面穿带，以便携带。

圆木牌，以木为牌，直径2.1尺。中涂蓝漆，绘虎头形，周围涂红漆间以黄色斑纹。背面涂红漆，系有藤带，便于挽携。

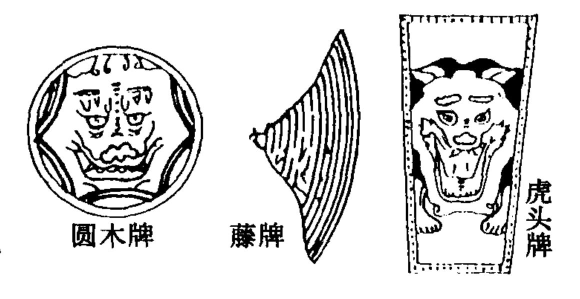


图3-2-11　清军的盾牌

藤牌用藤编制成草帽形，帽簷直径2.6尺，中心凸出，上系红缨，高8寸。牌面绘有虎头形。背面加2道环，以便挽系。除绿营外，汉军藤牌营也使用这种藤牌。

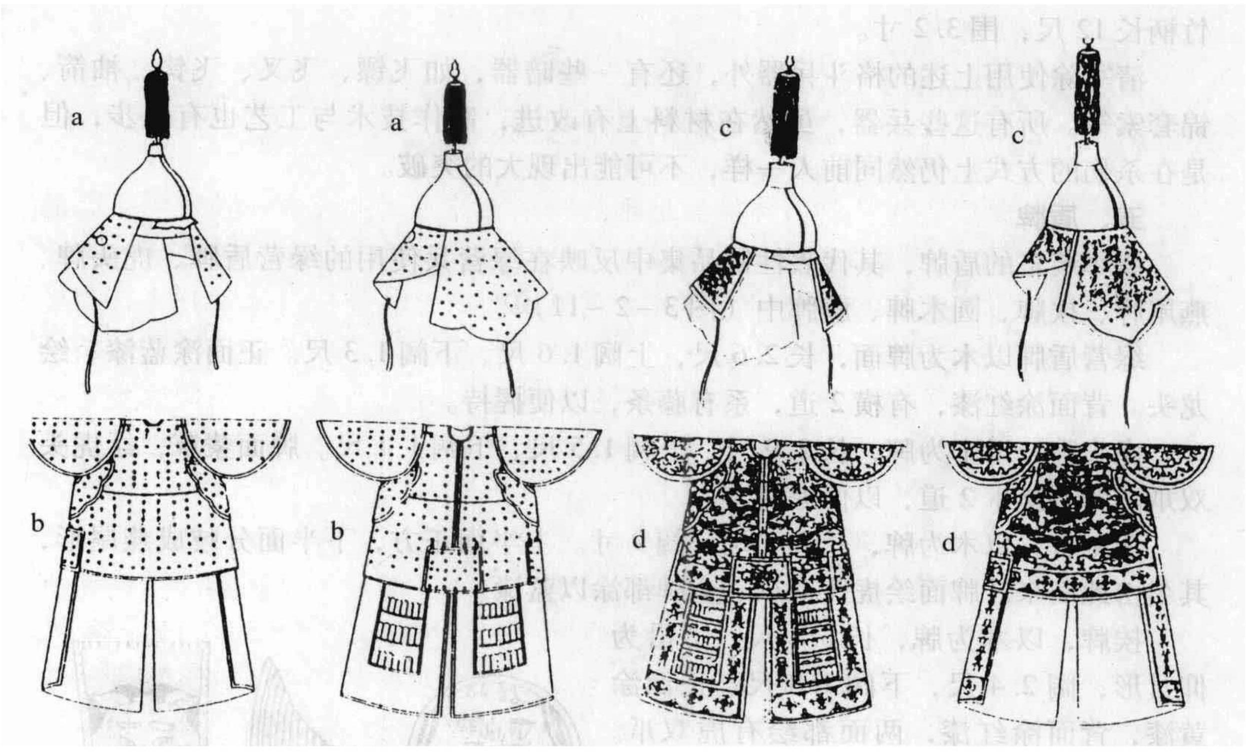
六、甲胄

甲胄的防护作用，虽然因明代后期火绳枪炮的大量使用而明显地降低，但是有清一代，由于统治者依然坚持弓马骑射是八旗根本的思想，对甲胄的制造与使用仍旧十分重视。按照清廷的规定，当时的甲胄，根据穿着者的身份与等级，自皇帝至兵丁，区分为不同的等级制式。其中有皇帝大阅甲胄2套、皇帝随侍甲胄1套，王公胄3种、甲1种，职官胄4种、甲3种，武状元、将校、兵丁甲胄各1套，棉胄、虎帽、虎衣各1种，棉甲3种，锲子甲1种（图3-2-12）②。

清代前期甲胄的式样与明代有所不同。胄有铁制、皮制与布制3种。胄顶竖有一根铜管，周围的装饰因等级而异，分别垂系貂尾、獭尾、朱牦、雕翎等。胄后垂有护项，左右垂有护耳，颔下有护颈，胄前有护眉。铁胄、皮胄的外表都涂染色漆，内有衬里。布胄通常是用绸布与棉花制成帽形，外包铁叶，贯以铜钉。

① 《清会典图》卷一〇三《武备十三·器械三》，《清会典图》（上），第1017~1019页。

② 《清会典图》卷九一《武备一·甲胄一》至卷九三《武备三·甲胄三》，《清会典图》（上），第885~914页。



a. 兵丁胄　　b. 兵丁甲
c. 将校胄　　d. 将校甲
图 3－2－12　清军的甲胄

甲分为上下两截。上截称甲衣，装有护肩、护腋，胸前与背后各佩一块金属护镜，称“护心镜”。前襟的接缝处另佩一块梯形护腹，称“前挡”，腰间的右侧则佩有“左挡”，右侧则因有箭囊遮挡而不佩挡。甲衣的下部称围裳，分左右两幅，穿着时用绸带系在腰间。亲王、郡王与贝勒、贝勒子等王公贵族都披着铁甲，用绸缎做表里，中缚铁叶，外面按官阶品级分别钉上多颗金钉、银钉或铜钉，并绣上各种不同的花纹。职官与兵丁都披着绵甲，用绸布做表里，内衬棉花，外表钉铜钉。

皇帝御用的甲胄，用料极尽名贵，做工极度考究，装饰极为豪奢。以乾隆御用的金银珠云龙纹甲胄为例，其胄用皮制作，涂黑漆，镀金，镶嵌 70 多颗大珍珠。其甲用小钢片连缀而成，小钢片的一端凿成半圆珠形，而后分别包上金叶、银叶、铜叶，再图上黑漆（照片 25）。制甲时，按照事先设计的图样，挑选不同颜色的带珠小钢片，用线一排排地钉在底衬上，最后加工成甲。据说全套甲面共缀连 600 000个小钢片，组成优美的图案，穿在身上，金龙闪烁，龙纹生动，龙身宛如游动于缭绕的浮云之间。匠师们的聪明才智和高超技艺，令人叹为观止。

19 世纪中叶以后，后装枪炮引进中国，除钢盔外，作为战争中防护装具的铠甲已退出战场。

清代前期的钢铁兵器，虽然因中华民族内部战争与安全守备的需要而有所改进，在制造与使用技术上也有所进步，但是当用坚船利炮武装起来的侵略者轰击国门时，它们在抗击敌人入侵战争中所能发挥的作用也就微乎其微了。至于统治者不顾实战中的使用效果，而对其所用兵器进行豪奢的装饰，只能说明他们封建等级思想的顽固不化，以及对当时世界军事技术发展状况的毫无所知而已。



第三章
火器的曲折发展

以红夷炮的引进与仿制为契机而出现的明末火器发展的浪潮，随着明王朝的衰落与灭亡，逐渐涌向新兴的后金政权方面。后金政权以宁远和宁锦之战的失败为教训，决心以缴获的明军枪炮为模式，学习汉人的火器制造与使用技术，大量制造红夷炮（后金改红夷炮为红衣炮）与各种中小型火炮，以及单兵使用的鸟枪（即火绳枪），装备军队作战，并学会了用重炮攻城的技术和战术，从而改变了后金军在火器技术方面的劣势。后金天聪五年（1631 年）七月，后金政权设立包括工部在内的六部，由工部下辖的虞衡清吏司职掌火器制造之事。

崇祯十七年（1644 年）三月，李自成率领起义军进入北京，崇祯帝自缢身亡，统一的明王朝告终。五月十四日，明廷所封福王朱由崧即位，改明年为弘光元年（1645 年），史称南明。十月初一日，爱新觉罗·福临在北京即皇帝位，改元顺治。于是形成了顺治年间（1644—1661 年）清与南明政权对峙的局面。在此期间，双方都发展了明末红夷炮的制造与使用技术。作为掌握全国政权的清王朝，便以明末的火器技术为基础，设厂建局，调整火器制造系统，选募能工巧匠，精心制造适应对内对外战争需要的火器。

第一节　火药技术的进步

清王朝建立之初，为满足清军所装备的火绳枪炮对火药的需求，工部即于顺治初年在北京建立了以濯灵厂为龙头的火药制造厂局，随后又陆续在各地驻军系统内建立小型的火药制造厂局，从而形成了一个全国性火药制造的手工业系统。这个系统中，火药制造、硝石与硫黄的提炼、木炭的焙制等相关的手工业几乎无所不包，并制定了相应的操作技术与工艺规程。与此同时，清廷也随之颁定了许多为加强控制与管理的政策、命令与制度，使火药制造与使用都能顺利地进行而不致发生任何意外事故。

一、火药原料的采买

硝石与硫黄是配制火药的重要原料，有关开采与煎熬的事项，都由朝廷下令工部颁布各项明细规定，严禁地方私采、私熬、私卖。

1．官办采买店与采买局

清王朝建立之初，工部为保证濯灵厂等火药配制厂局对硝石与硫黄的需求，通常下令各产硝硫的行省，组织开采或收买。如顺治年间，朝廷曾下令直隶、山东、山西、河南等 4 个产硝的行省，向工部输送硝石[①]。到雍正十年（1732 年）时，朝廷因山西行省所产硝之成色（即质量）不如其他 3 省，且山路崎岖，运输

① 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·火药一》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16088 页。



不便，价格过高，故下令山西行省不再向工部输送硝石，并令直隶、山东、河南 3 省将每年向工部输送硝石的总量，各从 150 000 斤增加至 200 000 斤①。

2. 招商采买

乾隆九年（1744 年），清廷于官办采买硝硫的同时，开始实行招商采买的政策：

（凡）殷实之家愿开官硝店者，如官盐店之例，报官准开。贫民零卖硝斤，听照时价收买，并设印簿逐日登填，月底送州县查核。令该抚严饬地方官，务令店户按照时价，不得短价收买。遇采办官硝及本地区匠铺需用，须验明印批，始行发卖……岁底将各店户收发价值及硝斤数目，逐一开明，出具并无偷漏甘结详报。仍严饬文武员弁，实力稽查，无敢私贩出境②。

3. 在产地设炉煎熬

乾隆十年，清廷就对陕西省同官县陈炉镇等处煤井兼产硫黄矿石之事作出规定，令煤场经纪人自出工本煎熬。附近驻军与行户如果需用硫黄，要禀报官府，发给印照后方可售买，经纪人按售数交纳税银。若有私自出售硫黄者，经纪人要照例治罪，地方官也要受到相应的参处③。乾隆三十年，清廷对各行省到河南采买毛硝，再运回本省提纯的做法进行改革，下令到河南采买硝石的官员，就地提纯，如有提炼不纯，便要追究当事者的责任④。

4. 及时开采适时封闭

由于一些地方与驻军对硝石与硫黄的开采、煎熬混乱，清廷于乾隆四十二年便规定，凡出产硝、硫的地方，由地方官会同驻军官员勘明贮藏状况，而后招商按所需数量确定开采年数。又因硝石易溶于水，若空气中湿度稍大便会吸湿转潮，难以久存，故不能一时生产过多。同样，硫的化学性质很活泼，在适宜的条件下，能与除惰性气体、碘、分子氮以外的元素直接反应，使纯硫变质，不能制造火药。当时虽还不懂得这些科学道理，但已掌握这些现象。因此，便规定在硝、硫产量已满足需要时即行封闭，待用完后再呈报开采⑤。

5. 沿海硫黄准进不准出

当时沿海一些口岸的硫黄走私有两类：一类是清朝奸商将硫黄走私出境；另一类是产硫黄之国的人员将硫黄私自带入口岸。如乾隆年间琉球国的水手，在向清廷交 12 600 斤的进贡硫黄后，还将许多私自带进的硫黄交沿海奸商代售。清廷针对上述情况，在严禁硫黄走私出境的同时，于乾隆十三年作出规定，要求随船

① 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部・军火・火药一》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16088 页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部・军火・火药一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16089 页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部・军火・火药一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16090 页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部・军火・火药一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16092 页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九五《工部・军火・火药二》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16094 页。



来华的使臣与商人，将船上私人携带的硫黄统计后报清朝官方，由官方统一作价收购，以免奸商走私，谋取暴利①。此规定说明并不禁止硫黄入口，只是不准奸商代售，而由官方统一收购。之后，沿海一些地方官员，根据清廷不准奸商将“内地硫黄偷载出洋，或外洋来华船私买内地硫黄载归”的规定②，便不准洋船将硫黄带入境内。乾隆三十四年（1789 年），清廷修改了地方当局这一不符合原意的规定：

海外硫磺运至内地，并无干碍。遇有压舱所带，自可随时收买备用，于军资亦属有益……嗣后惟于海船出口时切实稽查，不许仍带磺斤（即硫磺），以防偷漏之弊，违者照例究治。其各省洋船入口禁止压带硫磺之例，概行停止。著为例。③

这是清廷为扩大硫黄的来源与减少硫黄流出的一项重要措施，于增加火药产量有积极的辅助作用。

6. 对各地生产与使用硝硫数量的规定

由于各地生产硝石与硫黄的情况不同，有的较多，有的较少，有的则不生产。清廷根据各省每年产量的不同，采取自给自足与以丰补歉的方针，进行统一调配。令产硝较多的直隶、山东、河南 3 省，向工部解送 200 000 斤硝；令产硫黄较多的山西省，向工部解送 100 000 斤硫黄。令下列各省之间互相调剂：浙江与江西每年到河南分别采购 85 000 斤与 56 000 斤硝；福建每年到山东采购 153 000 斤硝；浙江每 5 年到山西采购 20 000 斤硫黄；江苏每 2 年到山西采购 25 000 斤硫磺；安徽每年到山西采购 20 000 斤硫黄；江西每年到广东采购 7 000 余斤硫黄；广西每 3 年到湖南采购 32 000 斤硫黄；山东每年到河南与山西采购硫黄，陕西每年到四川及山西采购硫黄，它们采购的数额视需要而定。令直隶、河南、湖北、湖南、四川、甘肃、山西、广东、云南、贵州等 10 省都使用自产的硝石与硫黄。令福建生产不定量的硫黄，山东与陕西生产不定量的硝石；令江苏每年生产 54 000 斤硝，广西每年生产 65 000 斤硝。各省在完成额定生产任务后，即行停产，待新的生产任务下达后，再行生产。每年各省都要委派专人或向工部解送硝硫，或到他省采购硝硫，并要根据路程的远近，限定日期。各省都要在年终将煎、采、售、买硝硫的数额，以及生产硝硫的起讫日期等，造册、盖印、结果上报工部④。清廷对硝硫产量及其运输日期采取严格的控制措施，其原因有二：其一是根据清军所用火绳枪炮等火器对火药需求的总量决定的，过少则不敷应用，过多则造成积压与浪费；其二是硝硫与火药都容易吸湿，难以保存，降低性能，甚至会变成废品。

清廷对开采硝硫及其煎熬作出的若干规定，使硝硫的产量与质量得到了一定

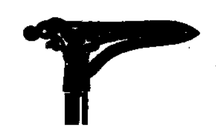
---

① 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·火药一》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16090 页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·火药一》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16092 页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·火药一》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16092 页。

④ 《钦定大清会典》卷五九《虞衡清吏司》，《钦定大清会典》（一），第 628 页。



的保证，同时也使火药制造的产量与质量得到了一定的保证。

二、火药原料的加工技术与工艺

在明代的基础上，清代前期对配制火药所用原料的加工工艺，即对硝、硫的提纯，以及对木炭焙制等技术与工艺，先后有多次改进，为改善与提高火药的性能与质量，奠定了基础。早在顺治初年建立濯灵厂火药局时，就对火药的配制及其所用原料的加工，提出了技术与工艺的要求。乾隆年间颁发的《钦定工部则例》对云南、四川等地的类似问题，作了比较明确的规定。嘉庆二十三年（1818 年），工部又对硝硫炭的加工工艺作了具体的规定①。至道光年间又有多人提出类似的加工工艺。

1. 陈阶平提出的火药原料加工工艺

陈阶平在道光十六年（1836 年）至二十三年担任福建提督期间，在对沿海清军所用火药进行检查后，认为当时清军都是沿用明末清初的陈旧火药，射出的弹丸不能致远，如不加以改进，“总有加工火药之虚名，而无加工火药之实效，何以靖海宇而卫生民?”② 为此，陈阶平从改进火药原料的加工工艺开始，作为改进火药性能的突破口。他指出炼硝必须得法：

先用大锅盛硝四十斤……清水十五斤，熬煮半炷香时候，加入牛皮胶水一茶钟。渣滓浮起，用笊篱捞去，用铁铲和之……将煮成硝水冲入（瓦）钵内，凝结成饼。簪牙玲珑，半尺许，洁白如冰雪。以舌试咸淡，绝无卤气为率。

硫磺拣净渣滓石性，捣碎细碾，重罗成粉。

柳树烧炭存性，捣碎细碾，重罗成粉。

提炼硝磺，宜于春季，进药必在夏初。取其昼夜白造晒晾，易于见功。如遇缓急需用，则长夜亦可造办，毋须拘定夏季。而提煮三次，臼杵三万，慎勿减少③。

据陈阶平本人称道，他曾按此法在广西与江南的松江将硝、磺提煮二次，在厦门将硝、磺提煮三次，制成火药后，用鸟枪进行试射，能分别射中 160 弓（1 弓约为 1.7 米）与 140 弓。与用旧法制造的火药只能射 80 弓相比，射程提高了一倍左右。陈阶平所提火药原料加工工艺的关键，在于增加了对硝、硫提纯的次数，以及增加了对药料拌和后的捣碾次数，从而提高了硝硫的纯度与火药成品的各向均匀性，提高了火药的质量。

2. 丁拱辰提出的火药原料加工工艺

军事技术家丁拱辰对火药原料的两种加工工艺也有精辟的论述。

第一种加工工艺是：

（将硝）煎至二三次，用白糖以去尽其泥，用萝卜以去尽其盐，用雪水以清净其矾，必至于极净而止，慎勿草率。然后取其面上之牙为用，其底再以

① 见本书第三篇第一章第二节六“军器制度”之“工艺规程”。

② 清·陈阶平撰：《请仿西洋制造火药疏》，《中国兵书集成》47，第 497 页。

③ 清·陈阶平撰：《请仿西洋制造火药疏》，《中国兵书集成》47，第 501 ~ 503 页。



清水漂之，必如棉花雪体，用其净而去其渣。

其硫则用茶油煎之，以去其面。牛油煎之，以去其底。

至于麻杆，先去其皮并头尾两段，取中节用明火煅炭，务令火候得宜。倘火候不到，其力不猛烈。火候太过，又不能致远。烧煅葫芦壳炭亦然①。

这种火药原料加工工艺的关键有二：其一是加入辅助物料，用物理学手段，除去硝硫中的杂质，得到高纯度的硝硫；其二是选择去皮除头尾的麻杆，以适当的火候焙制成木炭，使炭粉具有各向均匀的助燃作用。燃烧后产生白烟而无渣滓。

第二种加工工艺是：

硝用好泉水煅煮二三次，去尽污秽、渣滓，至极清净，候冷坚凝，臼至极细，用细罗斗筛出细末，粗者弃之。

其硫磺煮法，不用柴，防火气上腾烧化，惟用好炭烧得纯白而无火烟出为度。次用灰掩之，使余火不腾起，即将釜安在灶上将热，用生油少许，抹遍釜内。将硫磺先落一块，每块半斤，次用锟擂熔。再落一块，再擂均熔。又逐块再落，须各擂熔，落至满釜而止。所有污秽渣滓，乌色尽浮上面，除去净尽，方可盛入小桶。其桶务要浸水，而后覆在地上，使水气坠尽，然后盛贮桶内。欲贮之时，硫磺尚在釜内，当仍架在灶上。灶中之火炭虽已用灰掩之，恐有余火四出，当加瓦片盖密，方不焚烧。盛贮桶内片时，便凝结成块。再臼捣极细，用细罗斗筛出细末，即另行盛贮。

其杉炭须选烧透不存木性者，庶无黑烟蔽目，并要捣碾极细，用水过洗，筛汰粗渣②。

这种火药原料加工工艺的突出之处，是采取将硫黄逐次加热除去杂质的方法，获取纯硫，保证所制火药的质量，比其他加工工艺为优。

三、配制火药的技术与工艺

经过上述各种不同的加工后，便获得了配制火药的高质量的硝硫炭，于是各自采用相应的配制工艺。顺治初年设于北京的濯灵厂火药局，其配制火药的工艺未见详细记载，但该厂设有配制火药的石碾（即石臼）200 盘，每盘放硝硫炭 3 种，粉末共 30 斤，而后加上配料进行捣碾拌和。每天捣碾的次数有定额，捣碾的次数越多，火药的性能越好。按当时规定，捣碾 3 天的作为军需火药贮存起来，以备作战时使用。捣碾 1 天的作为训练用的演放火药。此外还有浸泡火绳、装入火门的烘药，其工艺要求要低于前二者。按照上述工艺，濯灵厂每年可配制军需火药 300 000 斤、演放火药 200 000 斤、烘药 6 000 ~ 7 000 斤③。

自道光年起，有关配制火药的工艺记载日见详尽。

1. 关天培督造火药的工艺

关天培（1781—1841.2.26）在道光十四年（1834 年）就任广东水师提督后，即踏勘虎门各炮台形势，筹划海防，训练水师，改建炮台，铸造各型海岸炮，积

① 清・丁拱辰撰：《西洋制火药法》，《中国兵书集成》47，第 505 ~ 507 页。

② 清・丁拱辰撰：《西人制药用药法》，《中国兵书集成》47，第 507 ~ 509 页。

③ 《清朝文献通考》卷一九四《兵十六・军器》，《清朝文献通考》（二），第 6590 页。



极备战。道光二十一年（1841 年）殉职后，有《筹海初集》4 卷传世。该书第一卷《重勘虎门炮台筹议节略稿》（道光十四年十一月二十八日）中，概述了广东水师等驻军所用火药的配制工艺：

（硫）磺去根渣，硝务提净，炭以柳木、桑务为佳，纵用杉木，亦必烧透存性。碾灰，细罗，臼力要足。制成晒干，色宜带白，粒粒如珠。仍令监造者撮药于手，燃火试之，手无点迹，火力高冲，烟系白色，以此为最。

关天培提炼硝硫炭所采用的工艺，大致与明末清初相似，反映了当时所用一般火药的配制技术与工艺水平。但是由于广东沿海的空气湿度大，盐分多，火药容易回潮转湿，射程较近，甚至失去效用。再加上存贮火药容器的密封技术不好，故火药不便久贮，必须随造随用，随用随造，这给当时的抗英作战带来了较大的困难，也是清军战败的一个重要原因。

2. 陈阶平提出的火药配制工艺

陈阶平对配制火药的工艺也作了详细的阐述：

造药万斤，用石臼二十个。（石臼）外方内圆，深一尺四寸，径宽一尺三寸，厚五寸。以造药多寡，为置臼之增减。（捣碾的）杵用槐榆坚木，长六尺，杵嘴长一尺六寸，杵尾下挖土深一尺，俾杵扬高有力。每臼用牙硝八斤，磺粉一斤二两，炭粉一斤六两，掺和入臼。三人轮替臼踏不歇，与臼米无异，以三万杵为率。每日每臼造药十斤。臼成晒凉成珠。燃之掌中不伤手，乃为尽善①。

陈阶平提出的火药配制工艺在于捣碾的次数多，火药内 3 种物料拌和均匀，使火药燃爆时的各向均匀性好。按每日每臼造药 10 斤，20 个石臼造 200 斤，10 000 斤火药也要造 50 天才成。

3. 丁拱辰提出的火药配制工艺

丁拱辰提出两种火药配制工艺与其两种火药原料工艺相对应。第一种是每配制 100 斤火药，则用提炼纯净的牙硝粉 76.5 斤，硫黄粉 12 斤，麻杆炭粉 12 斤，葫芦壳炭粉 0.5 斤，汾酒 20 斤，顶好大梅片粉 0.125 斤，公犀牛角炭粉 0.125 斤，一起放入臼中均匀拌和，反复捣臼，次数越多越好，而后晾干成珠，用罗筛筛选适用细粒，并以少许样品放入手掌中，用火点试，以不烧手为上品。用这种工艺配制成的火药，可供鸟枪发射弹丸之用，而且射程较远②。第二种是每配制 100 斤火药，则用提炼纯净的硝粉 75 斤，硫黄粉 10 斤，杉木炭粉 15 斤，一起放入臼中均匀拌和，再用适量的烧酒与纯净的泉水倒入臼中，均匀拌和，反复捣臼，次数越多越好，而后晾干成珠，用罗筛筛选适用细粒，并以少许样品放在纸上点火烧试，以火着药发，其纸不焚者为上品。用这种工艺配制成的火药，用鸟枪试射时，烟微而色白，射程较远③。

① 清·陈阶平撰：《请仿西洋制造火药疏》，《中国兵书集成》47，第 502 ~ 503 页。引文中“每日每臼造药十斤”，据《大清会典事例》（二十）第 16108 页改。

② 清·丁拱辰撰：《西洋制火药法》，《中国兵书集成》47，第 504 ~ 507 页。

③ 清·丁拱辰撰：《西人制药用药法》，《中国兵书集成》47，第 507 ~ 509 页。



四、几种火药配方

清代前期也因配制年代、原料的来源、作战用途的不同而有所差异。

1. 濯灵厂配制的火药配方

乾隆十八年（1753 年），该厂确定了两种标准火药配方。

演放火药：每 10 000 斤火药含硝 8 000 斤、硫黄 1 005.625 斤、炭 994.375 斤、广胶 6.25 斤；三者的组配比率分别为 80%、10.1%、9.9%。

烘药（即火门火药与火绳火药）每 100 斤火药含硝 83.69 斤、硫黄 14.5 斤、炭 1.8 斤；三者的组配比率分别为 83.7%、14.5%、1.8%①。

工部系统的火药厂局大多按此法配制火药。

2.《钦定工部军需则例》确定的火药配方

乾隆三十三年，清廷在该则例中，颁布了云南省的火药配方，规定每斤火药含硝 11.8 两、硫黄 2.1 两、柳炭粉 2.1 两；三者的组配比率分别为 73.8%、13.1%、13.1%②。这是比较精良的发射火药。

3. 嘉庆二十三年规定的两个火药配方

一是军需火药配方：每 100 斤火药含硝 80 斤、硫黄 10 斤、炭粉 12.5 斤（其中 2.5 斤炭粉准备损耗，实为 10 斤）；三者的组配比率分别为 80%、10%、10%。

二是烘药配方：每硝 128 分，配硫黄 16 分、麻秸炭粉 19.2 分，共重 163.2 分（其中 3.2 分准备损耗，实为 160 分）；三者的组配比率分别为 77.7%、10%、12.3%③。

4. 广东水师所用的火药配方

一是发射火药配方：每 100 斤火药含硝 80 斤、硫黄 10 斤、炭粉 10 斤；三者的组配比率分别为 80%、10%、10%。与嘉庆二十三年（1818 年）颁定的军需火药配方相同。

二是大小火箭火药配方：每硝 16 两，配硫黄 1 两、炭粉 1 两；三者的组配比率分别为：88.9%、5.55%、5.55%④。

5. 福建驻军所用的火药配方

福建驻军所用的发射火药配方，是按陈阶平配制火药的方法确定的：每硝 8 斤、配硫黄 18 两、炭粉 22 两；三者的组配比率分别为 76%、9.8%、14%⑤。

6. 丁拱辰提出的火药配方

广东精制火药配方：每火药 100 斤含硝 76.5 斤（其中半斤准备损耗，实为 76 斤）、硫黄 12 斤、麻秆炭粉 12 斤与葫芦壳炭粉半斤（其中半斤准备损耗，实为 12 斤）；三者的组配比率分别为 76%、12%、12%⑥。

---

① 《清朝文献通考》卷一九四《兵十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第 6591 页。

② 《钦定工部军需则例》卷一《配制火药》，《中国古代科学技术典籍通汇·技术卷》五，第 1325 页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九五《工部·军火·火药二》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16101 页。

④ 清·关天培撰：《筹海初集》第三卷《火器所以不堪久贮覆稿》，第 31 页。军事科学院藏书，以下引此书时均同此版本。

⑤ 清·陈阶平撰：《请仿西洋制造火药疏》，《中国兵书集成》47，第 502 页。

⑥ 清·丁拱辰撰：《西洋制火药法》，《中国兵书集成》47，第 505 页。



仿西方火药配方：每火药100斤含硝75斤、硫黄10斤、杉炭粉15斤；三者的组配比率分别为75%、10%、15%①。此方是当时西方所用的发射火药标准配方。丁拱辰考虑到中国的火药配制技术要比西方稍逊一筹，故其威力也要比西方同类火药低20%，使用时考虑这个因素，增加20%的装药量②。

上述火药配方中，濯灵厂的两个火药配方、嘉庆二十三年（1818年）的两个火药配方、广东水师的两个火药配方，含硝量偏高，组配比率都在80%以上，容易吸湿转潮，不便久贮，需要经常出陈易新，将陈药用于演习，另换新制火药替换贮存。沿海水师用含硝量高的火药，更有转潮失效的弊端。

工部颁布的火药配方、福建驻军所用的火药配方，以及丁拱辰所用的火药配方，大致已吸收了西方当时所用火药配方的优长，堪称当时最佳的火药配方。

五、火绳的制造技术与工艺

火绳的质量关系着枪炮的发射及命中精度。为此，清廷十分重视对制造火绳材料的选择，并于乾隆三十三年（1768年）在《钦定工部军需则例·制造火绳》中规定：云南驻军所用的火绳，要用椰树皮槌打，取洁净丝筋制造，每盘长2丈，直径3分，价银2.8分。四川驻军所用的火绳，用竹麻等材料制造，每盘长1丈，直径2~3分，价银4.5~6厘③。乾隆五十五年，当清廷得知甘肃省驻军所用火绳用纸制造之事后，即颁谕指出，纸张质地脆薄，易于破损，若用以制造火绳，药多则燃烧过快，药少则难以点着，而且又容易被雨水浸湿，应立即改用麻绳捻造，而后再用药液薰煮，以备应用。又指出，两广各营所用的火绳，可因地制宜，用榕树皮九层制造；云贵各营所用火绳，除用椰树皮外，还可用榕树皮制造，但绝不可用纸张制造④。

清廷对火绳的使用数量也有规定。据嘉庆十九年清廷给黑龙江省驻军的批复中指出：各城火器每年秋操3日，每天每门子母炮发射3发炮弹，每发用三股麻制成的火绳，火绳长3寸，直径5分；每天每支鸟枪发射5发弹丸，每发用（细）火绳1寸⑤。

中国古代火药的原料加工与配制技术，在清代前期的进步，虽然还是在手工业操作的范围内进行的，而且其进步的幅度也有限，只有量的演进而没有质的突破。但是它的这种进步，已经达到了手工配制火药的高级阶段，为向机械化配制火药的过渡奠定了基础，并为当时火绳枪炮的广泛使用提供了物质条件。

第二节　单兵枪

清代前期军队装备的单兵枪与明军的火绳枪相似，仍称鸟枪，种类甚多，仅

① 清·丁拱辰撰：《西人制药用药法》，《中国兵书集成》47，第507页。

② 清·丁拱辰撰：《西人制药用药法》，《中国兵书集成》47，第510~511页。

③ 见《中国科学技术典籍通汇·技术卷》五，第1326页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九五《工部·军火·火药二》，《钦定大清会典事例》（二十），第16096~16097页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九五《工部·军火·火药二》，《钦定大清会典事例》（二十），第16100页。



《清朝通典·皇朝礼器图式火器》中所列的枪名就有53种。其中御制和御用枪16种、花枪5种、交枪8种、线枪20种、奇枪3种、兵丁鸟枪1种①。道光年间又出现了1种枪体较大而需要2人操作射击的抬枪。若按点火装置与发射方式作区分，火绳枪有50种，加上抬枪则有51种。燧发枪只有3种，供皇帝御用。其中兵丁鸟枪与抬枪是清军士兵装备的制式枪，也是使用较多的单兵枪。上述各种枪都用精钢制作，发射铁弹丸，前部安有两个脚铁叉架，都有一些代表性制品。

一、主要枪种

上述各类单兵枪的代表性制品有下列几种。

1. 康熙御制枪

这类枪是康熙临朝时，由内务府招募技精艺熟的匠师设计，而后进呈御览，由皇帝定式后，命内务府造办处选用名贵材料制造。这类枪工艺精细，造型别致，枪口雕镌各种花纹，枪托一般都镶嵌金银、象牙、玉石、珊瑚、犀角等珍宝饰物，有的甚至将整支枪管制成龙体形，以示高贵。这类枪有御制自来火大枪、御制自来火二号枪、御制自来火小枪、御制禽枪、御制小禽枪等5种。它们虽然制作精致，甚至是上好的工艺品，但是其造价昂贵，仅供皇帝打猎与护身之用，实战价值不大。在上述5种枪中，前3种是燧发枪，后两种是火绳枪。故宫博物院保存有自来火二号枪与禽枪。

御制自来火大枪是燧发枪，重5.56斤，长3.36尺。枪口呈莲瓣形而微凹，枪管前部起脊，中部为四棱，后部为圆形，镂刻花纹。管尾安有轮转式发火装置，衔有火石（即燧石），旁有镂花轮机。药室内装填8分火药与6.5分铁制弹丸1枚。枪管有准星、照门，安于芸香木枪托上，枪身前部设有叉脚，末端饰羚羊角，必要时可用以支撑枪身。此枪在发射时，先用钥匙上满轮弦，而后扣动扳机，轮机急速转动，与火石摩击生火，点燃火门药，随之引燃药室中火药，将弹丸射出。

御制自来火二号枪也是一种燧发枪，为康熙皇帝打猎所用。故宫博物院内存有其实物，经实测，口径11毫米，管长903毫米，枪身全长1 355毫米。枪管前有准星、后有照门，安于特殊形状的枪托上。其华丽的装饰、发射装置的构造与发射方式，同自来火大枪基本相似。

御制自来火小枪是康熙皇帝打猎用的一种小型燧发枪，长2.49尺，重2.75斤。枪管安于一个用乌拉松木制造的枪托上，装药7分，发射重1钱的铁制弹丸。枪身装饰比较一般。其发射装置的构造与发射方式，同自来火大枪基本相似。

御制禽枪是康熙皇帝打猎用的一种火绳枪。枪长3.5尺，重6斤。枪口镶金，呈莲花瓣形，前部起脊，中部呈四棱形，后部呈圆形。枪管有准星、照门，尾部有火门，镶金，镂有双螭环绕花纹。药室内可装填2钱火药，发射3.4钱铁制弹丸。枪管安于一个用高丽木制造的枪托上，前部有两脚叉架，叉架端部饰有羊角，便于支撑。枪管后部安有火绳枪机、枪机夹嵌火绳。发射时，射手扣动枪机，火绳头落入药室，将火药点着，射出弹丸。

---

① 清·嵇璜、刘镛等撰：《清朝通典》卷七八《兵十一·军器·皇朝礼器图式火器》，浙江古籍出版社，1988年影印本《清朝通典》，第2600页。以下引此书时均同此版本。



御制小禽枪也是康熙皇帝打猎用的一种火绳枪。长3.28尺，重5.4斤，装药1.5钱，发射1.7钱重的铁制弹丸。其构造与发射方式同御制禽枪相似。

2. 乾隆御用御制枪

乾隆御用御制枪同康熙御制枪相似，也都是皇帝打猎与护身所用的枪（照片26），其中也有一部分是皇室成员、王公贵族以及皇帝侍卫所用的枪。其做工及装饰也比较精致与华丽。主要制品有皇帝御用虎神枪、御用旧神枪、御用花准枪、御用大准枪等4种御用枪，以及御制奇准神枪、御制准正神枪、御制纯正神枪、御制连中枪、御制应手枪、御制威赫枪、御制威捷枪等7种御制枪，两者共11种。两者之名虽有“御用”与“御制”之别，但其形制构造与发射方式大致相似。它们的长度为3.9~4.8尺，重量为6.13~8.75斤，装药量为1.6~2.5钱，弹丸重量3.3~7钱。

3. 奇枪

奇枪是清代前期构造比较特殊的一类火绳枪。枪管通底，旁侧加扳机，枪管与枪托连接处稍呈曲拐状，可开合，枪弹都装于子枪内，开底后可加入枪管中，从扳机中固以铁钮。子枪有6个，各长2.4寸，枪管连接火门，依次递发。3种奇枪的枪长为3.5尺，重为4.75~6斤，装药为2钱，弹丸重为3.8钱。

4. 线枪

线枪是当时品种较多、构造与装饰较一般的火绳枪，没有准星照门，不附带搠杖。有大线枪、小线枪、旧神花线枪、丽花线枪、秀花线枪、轻锐花线枪、轻便花线枪、轻捷花线枪、轻花线枪、落禽花线枪、赛海轻花线枪、鹘神花线枪、连坠花线枪、胜鸦鹘花线枪、神海青花线枪、雁神花线枪、枪山鸡花线枪、凫神花线枪、水扎子花线枪、孤顶花线枪等20种。枪长4~5.7尺，重4.62~8.5斤，装药1.5~3钱，弹丸重1.8~4.7钱。

5. 交枪

交枪的品种也较多，有素铁大交枪、金口交枪、素口花交枪、仿神花大交枪、折花交枪、花口小交枪、蒙古花大交枪、蒙古花小交枪、花口小交枪等9种。长3.2~3.75尺，重5.5~8斤，装药2~2.8钱，弹丸重2.8~4钱。

6. 花枪

花枪有旧神花枪、八棱口花枪、仿神花枪、回部花套枪、新回部花套枪等5种。长2.6~3.62尺，重5.5~8.1斤，装药1.5~2钱，弹丸重1.8~3.6钱。

7. 兵丁鸟枪

兵丁鸟枪是清军作战训练用的火绳枪，长6.1尺，重6斤，装药3钱，弹丸重1钱。枪身不锲花纹，枪托下安1尺长的两脚叉架。满蒙八旗士兵用黄色枪托，汉军士兵用黑色枪托，绿营士兵用红色枪托。兵丁鸟枪的质量不如上述各种枪好，性能也较差（图3-3-1）。

8. 特种单兵枪

除文献中记载的单兵枪外，北京故宫博物院内还藏有一些构造特殊的单兵枪，如直槽式线膛枪，撞击式燧发枪等。

直槽式线膛枪长4.5尺，口径0.5寸，长3.2尺。枪管前端安有准星，后部安



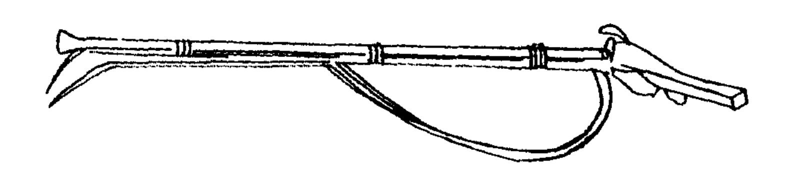


图3－3－1 兵丁鸟枪

有照门。镀有金“喜”字。枪托上刻有“用药贰钱 铅丸五钱贰分 壹百弓有准”等字，其下安有一个两脚叉架。枪膛内刻有直槽，其目的在于减少弹丸在膛内的摩擦，利于从枪口装填弹丸，以及便于在发射后清除残存于膛内的火药残渣。为了避免在发射后从直槽内向外泄漏火药气体，又在弹丸外部包裹松软的织物，使之起紧塞作用。

撞击式燧发枪全长3.6尺，管长2.7尺，口径0.5寸。枪机的龙头衔有火石，前竖火镰，火镰兼有火门盖的作用。发射时，先扳起龙头，压簧被制动锁控制，与扳机相属。扣动扳机后龙头下旋，火石与火镰猛烈撞击，击出火星，溅燃火门内的烘药并引燃枪膛中的火药，将弹丸射出。

9．连珠火铳

连珠火铳是一种连扳连射式单发燧发枪。是清代前期火器研制家戴梓（1649—1727年）所创。戴梓，字开文，钱塘（今浙江杭州）人。善诗画，晓天文，通算法，熟谙火器制造。康熙十二年（1673年），三藩叛乱。次年六月，康熙皇帝命康亲王杰书率军南征。该部途经杭州时，25岁的戴梓以布衣身份从军，“为王陈天下大势”，并向王献连珠火铳法。在攻克江山时，戴梓立了功。还师北京后受到康熙皇帝的召见和殿试，授翰林院侍讲。戴梓是否将连珠火铳进献给康亲王，此事虽有不同记载，但戴梓研制此铳是确有其事的。清乾嘉年间的著名学者纪昀，在《阅微草堂笔记》一书中的记载便是明证。该书说，纪昀曾同戴梓的后人戴遂堂在一次交谈中，得知戴梓曾经“造一鸟铳”之事，但并未说是连珠火铳，也没有向康亲王进献火铳之说。至光绪十六年（1890年），李恒编撰《国朝耆献类证初编》时，便在卷一二〇中说戴梓向康亲王进献了“连珠火铳法”，后来便成为《清史稿》记载此事的源本。《清史稿》记载的连珠火铳：

> 形如琵琶，火药铅丸，皆贮于铳脊。以机轮开闭。其机有二，相衔如牡牝，扳一机则火药铅丸自落筒中。第二机随之并动，石激火出而铳发，凡二十八发，乃重贮①。

从这一描述中可知，射手在扳动此铳的第一机时装填了弹药，第二机随之而动是将弹丸射出。依此再扳再射，可连续28次，发射28弹，可见这是一种连扳连射的单发燧发枪。这种枪的最大优点在于简化了装填手续，每装填一次可连扳连射28发弹丸，提高了发射速度。因此，这是一种由单装、单发向多装、单发、连射过渡的新式单兵枪。可惜这种枪在当时并未得到重视，更未进行批量制造和使

① 《清史稿》卷五〇五《艺术四·戴梓传》，中华书局1976年版，点校本《清史稿》四十六，第13927～13928页。以下引此书时均同此版本。《阅微草堂笔记》卷十九的记载与此段引文的意思完全相同，只有几个字有些差异。



用，当然也谈不上继续改进和提高，不久便失传了。《清史稿·戴梓传》说，连珠火铳的制造与使用方法同机枪相似。近年来，有的学者在研究戴梓的论著中，也常以连发28弹的记载为依据，认为“连珠火铳是机枪”，或“类似近代机关枪”等。其实这是一种误解。因为近代机枪是采用击针后装式枪机，发射弹筒式长形枪弹。其基本发射原理是：在射手扣动扳机射出第一发枪弹后，依靠火药燃气反冲力，推动枪管后座一段距离，利用枪管后座的能量，完成打开枪机、退出弹壳和重新装弹发射的全套动作。而戴梓的连珠火铳不具备上述各种技术条件和构造部件，因此不能将多装、单发、连射的火铳，看作是机枪或机枪的前身。

除连珠火铳外，戴梓还仿制了蟠肠鸟枪，创制了冲天炮，成为清代前期最杰出的火器研制家。但是戴梓晚年却十分不幸，在南书房任职期间，与西方传教士南怀仁等人不合，遭诽谤，并被诬陷私通日本。康熙皇帝轻信谗言，竟将戴梓贬斥，遣戍辽东。到戴梓78岁那年（1727年），获得朝廷赦免，在返乡途中，因年老多病，忧愤而死。这位刚直不阿、博学多才的科学家与艺术家晚年的不幸遭遇是时代的悲剧。

10. 抬枪

道光年间，在清军装备的枪炮中出现了抬枪与抬炮两种新型火器（照片27）。它们创制于何时，无法从文献中找到见证，仅见其最早装备清军的年代。据记载，道光九年（1829年），湖北将军观喜奏请朝廷批准将荆州南营额设的20门损坏火炮，仿照直隶式样，改造成40门抬炮。朝廷批准了这一请求①。可见抬炮问世的年代当不晚于道光九年。又据记载，道光十年，清廷批准福州三江口驻防水师旗营，仿照西安式样，铸造抬炮10门②。可见当时的抬炮还不止一种式样。之后，不少地区的驻军都经清廷批准后，制造一定数量的抬炮。如道光十六年，山东省青州满营，将旧炮改造成抬炮24门，并将其中的8门调拨给德州驻军③。道光十七年，荆州满营将旧炮改造成抬炮40门，并增造16门④；道光十八年，又批准凉州军营增造抬炮6门⑤。道光十九年，山东省增造抬炮46门。道光二十年，清廷批准西安满营增造抬炮60门⑥。等等。

据同一文献的记载，清军装备抬枪的年代要稍晚于抬炮。道光十五年，清廷

---

① 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16132~16133页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16133页。



批准成都满营仿照绿营式样，每佐领下试造抬枪 1 支，八旗共增造抬枪 24 支[①]。道光二十年，清廷批准河南省驻防满营，增造抬枪 50 支[②]。之后，不少地区的驻军都经清廷批准后，制造一定数量的抬枪。抬枪的形制构造所见甚少，据耆英在道光二十一年（1841 年）三月称：抬枪长 7.5 尺，木鞘长 5 尺，装填火药 3.5 两，发射 5 钱重的铁或铅丸，射程约 300 步，每分钟可发射一弹[③]。山海关城楼上至今还陈列着当年清军使用的抬枪。从文献记载与实物看，抬枪实际上是一种由 2 人用火绳点火发射的重型鸟枪，又称二人抬。

抬炮与抬枪在形制构造上有无区别，是一种火器还是两种火器？在文献记载中并无明确区别，而且对两者的单位也经常混记。有时称抬炮的单位为“位”，如抬炮 24 位；有时又称抬炮的单位为“杆”，如抬炮 50 杆。称抬枪的单位为“杆”，如抬枪 30 杆等。从这些记载中似乎说明，抬枪在一般情况下要比抬炮小一些、轻一些。道光二十二年（1842 年），耆英受清廷委派，主持制造枪炮事宜。道光帝在上谕中称：

> 抬炮一项，以体质轻固者为得用。该督因江苏所造未能如法，已咨河南巡抚，责成河北镇昌伊苏代造抬炮一千五百杆，亦著照议办理。惟三十斤之炮尚恐运动未能灵便，若每炮再减六七斤，运用时当更得力，并著该督咨会河南巡抚照办[④]。

从这一记载中大致可以判知，抬炮是一种重 30 斤的轻型火炮，两人虽可以抬，但行动不便，而 23～24 斤的抬炮（即抬枪）则抬运方便。由此可见，抬炮与抬枪在形制构造上基本一致，抬炮重约 30 斤，抬枪重约 23～24 斤。抬炮与抬枪在道光年间装备清军后，成为清军中与兵丁鸟枪并驾齐驱的轻武器，两者一直使用到同治年间，湘军、淮军都编有专门装备抬枪的抬枪队，此时的抬枪也都已成为 23～24 斤的轻型抬炮，而抬炮之名也不再使用了。

二、鸟枪在清军中的装备

清军的武器装备，在康熙朝以前并无统一的规定，驻守各地清军所用的武器，常因统兵将领的爱好而异，因而造成士兵所用兵器不精，使用技术不熟之弊端。自雍正五年（1727 年）开始，清廷为克服这种弊端，下令各省将军、督抚、提镇要因地制宜，酌定规制，永远遵奉，不得随意更改。在所有各种兵器中，清廷既视“骑射最为紧要”而把弓箭作为通行使用之兵器外，又认为“鸟枪一项能冲锐折坚，最为便利”[⑤] 的武器，因此，弓箭与鸟枪便成为清军装备的重点。弓箭与鸟枪装备的多少又因地而异，“腹内省份地势平坦，利用弓矢；至沿海沿边省份利用

---

① 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16132 页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16133 页。

③ 清·耆英：《酌拟添造抬枪折》，中华书局，1964 年版，《筹办夷务始末（道光朝）》（二），第 898 页。以下引此书时均同此版本。

④ 清·刘金藻撰：《清朝续文献通考》卷二三七《兵考三十六·军器》，浙江古籍出版社 1988 年影印本《清朝续文献通考》（四），第 9824 页。以下引此书时均同此版本。

⑤ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第 6578 页。



鸟枪”①。其装备的规制大约有3种：其一是按每百名或千名士兵，装备一定比例的弓箭与鸟枪；其二是先将每千名士兵分编成若干队，再按队装备专用兵器，形成专用兵器队兵；其三是咸丰年间在各勇营中编制若干个刀矛队、鸟枪队、抬枪队。在前两种规制中，除略有上下者外，大致内地各省驻军装备鸟枪的士兵，约占编制总人数的30%；边远地区驻军装备鸟枪的士兵，约占编制总人数的40%。

1. 按编制比例装备鸟枪

据雍正五年（1727年）至十年的规定，按编制比例装备鸟枪的驻军有：

> 山东省各营军器，如弓箭、鸟枪、炮、藤牌、长枪、大刀，均系通设之械，每兵百名分作十份：弓箭一份，鸟枪五份，藤牌一份，长枪一份，此外别设炮手，专演发炮②。
>
> 山西省各营地属沿边，每兵百名分作十份：弓箭六份，鸟枪四份，别设炮兵，专演大炮③。
>
> 广东省各营，每兵百名：设弓箭兵二十名，各佩腰刀，兼习双刀；鸟枪兵、长枪兵共五十名，各佩腰刀；藤牌兵十名，兼习牌刀；挑刀兵十名，炮兵十名④。
>
> 云南、贵州、广西三省各营，每兵千名：设弓箭兵二百名，鸟枪兵六百名，藤牌兵一百名，以炮兵百名兼习牌、刀；其不足千名营，亦照此数递减分派⑤。
>
> 福建省水师则海面辽阔，陆路则林深沟密。鸟枪一项最为利用，于定例每兵千名设鸟枪四百杆外，再增鸟枪百杆⑥。

2. 编制专用鸟枪队兵

编制鸟枪等专用兵器队兵，也在雍正五年（1727年）至十年进行，其编制情况是：

> 福建省陆路各营每兵千名分作二十队：弓箭马兵四队，弓箭步兵二队，鸟枪兵十队，炮兵一队，藤兵一队，长枪兵一队，大刀一队（各队分别占编制总人数的20%、10%、50%、5%、5%、5%、5%）。各营兵数多寡不齐，照此递为增减⑦。
>
> 浙江省各营每兵千名分作二十队：弓箭兵三百名为六队，鸟枪兵四百名为八队，藤牌兵一百名为二队，片刀兵一百名为二队，长枪兵五十名为一队，炮兵五十名为一队（各队分别占编制总人数的30%、40%、10%、10%、5%、5%）⑧。

专用兵器队兵在各地驻军中的具体编成也因地、视情而异：

---

① 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6578页。
② 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6578页。
③ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6578页。
④ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6579页。
⑤ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6579页。
⑥ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6579页。
⑦ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6578页。
⑧ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6578页。



河南省各营军器，驻防八旗设马步弓箭兵，鸟枪兵，子母炮兵，长枪兵；督标左右两营设马步弓箭兵，鸟枪兵，炮兵，藤牌兵，大刀兵；河北镇标九营，各设马步弓箭兵，鸟枪兵，炮兵，护炮片刀兵；南阳镇七营，各设马步弓箭兵，鸟枪兵，炮兵，护炮片刀兵，藤牌兵①。

上述情况说明，在道光年以前，清军各地驻防部队装备的兵器与组建的专用兵器队兵虽各有不同，但鸟枪与弓箭是清军装备最多的兵器，两者合占军队编制总人数的70%～80%，而鸟枪一项则占40%～60%，可见鸟枪所占的比例最高。到咸丰年间，抬枪的使用增多，于是在一些地方编练的勇营中，出现了编有鸟枪队、抬枪队、刀矛队等合成的新营种。

第三节 清朝建立前后的红衣炮

清代前期的火炮制造与使用技术，起始于后金军攻明年间。天启六年（1626年）八月，后金首领努尔哈赤因宁远之败郁愤而死，其子皇太极嗣位，以明年为天聪元年（1627年）。天聪元年五月，皇太极率军进攻宁远与锦州，以报宁远战败之仇。五月二十八日，袁崇焕指挥宁远守军发射西洋大炮，皇太极不敌而逃。欲攻打锦州，又不能下，便于六月初五日毁大、小凌河二城后撤退。皇太极经过两次失败后，从中吸取了教训，深感只凭八旗兵的弓马骑射之术，野战驰突之长，终不能完成在关外歼灭明军，夺取辽东，以及入关图谋中原之大业。于是决定学习汉人的火器制造技术，仿制红衣炮与鸟枪，以提高后金军的战斗力，夺取最后胜利。

一、仿制红衣炮与编制炮军

皇太极的决心推动了后金对红衣炮的仿制。

1．首铸红衣炮与初建炮军

后金军事技术人员经过几年的努力，终于在天聪五年正月，仿制成40门红衣炮。其中一门的铭文是：

天佑助威大将军　天聪五年孟春吉旦造　督造官额附佟养性　监造官游击丁启明　备御祝世荫　铸匠王天相　窦守位　铁匠刘计平②

炮身的铭文包括督造官、监造官、铸匠、铁匠的姓名，以及制造年月等内容，与明末红夷炮所刻铭文的内容大致相似，现陈列于天安门内端门与午门之间的广场上。

红衣炮铸成后，皇太极即下令编练操射火炮的官兵。由于满人官兵一时难以掌握火炮的发射技术，所以操射火炮的部队由满人为官，汉兵当炮手。是年正月，皇太极即命督造官佟养性为昂邦章京，统领炮队之事③。佟养性是辽东人，其先世为满族，因其熟悉汉人情况和懂得火器使用之法，所以为努尔哈赤所赏识，招为

① 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第6578页。

② 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6587页。

③ 昂邦章京：昂邦，官名，满语大官之意；章京，官名，多用于军职。



女婿（即额附），由副将升到总兵官。皇太极为了提高其威望和加重其威势，特意向臣下声明：若有人不从佟养性之命者，“非仅藐养性，是轻体而玩法令也，必罹（lí，遭受）祸谴”①。此声明大大加强了佟养性的权势。天聪五年（1631 年）三月，皇太极“出阅新编汉兵，命守战各兵，分列两翼，使验放火炮、鸟枪。以器械精良，操演娴熟，出帑金大赉军士”②。这支炮军编成后，便成为攻取坚城的主力之一。

2. 大凌河炮战与炮军的扩编

红衣炮制成后，即被皇太极用于进攻大凌河城（今辽宁锦县）。天聪五年七月，皇太极命总兵官佟养性，统管已经制成的红衣大炮与将军炮共 40 门，以及运载火炮所用的炮车、牛骡等③。八月初六，皇太极率佟养性炮队等部围攻大凌河城。八月十二日，后金军攻城失利④，十三日即用红衣炮、将军炮轰击了城西、城南的敌台，摧毁其 2 座敌楼、4 处雉堞，于是大凌河岸有一台的守台明军出降，其中有士兵 35 人。与此同时，城东一台也被攻毁⑤。九月二十四日，明军马步兵 4 万自锦州来援。二十七日，皇太极率西翼骑兵，冲击明军援兵的营阵，交战双方“火器齐发，声震天地，铅子如雹，矢下如雨”。皇太极又命佟养性发射红夷炮弹，摧毁明军兵营⑥。

十月初九日，皇太极命 8 名将领率后金军 500 人及旧汉军全部，携红夷炮 6 门、将军炮 54 门，前往进攻墙垣坚固的于子章台⑦。后金军用红衣炮等火炮轰台 3 日，摧毁台垛，击杀守军 57 人，台内守兵不支而降。其余各台闻风惊恐，近台者纷纷归降，远台者弃台而逃，所得粮草足够一月军用，城中枪炮弹药尽为后金军所有。战后，后金军总结红衣炮在攻坚作战中的作用说：

> 至红衣大炮，我国创造后，携载攻城自此始。若非用红衣大炮攻击，则于子章台必不易克。此台不克，则其余各台不逃不降，必且固守。各台固守，则（我）粮无由得，即欲运自沈阳，又路远不易致……自此，凡遇行军，必携红衣大将军炮⑧。

大凌河及于子章台之战，开了我国战争史上以重型火炮攻克坚固城郭的先例。

自制与缴获火炮的增多，为扩编后金炮军创造了条件。天聪六年（1632 年）正月，佟养性上疏建议将各项汉人都编入军籍，“有事出门全拿火器”。同时建议搜集各地明军所遗留的火炮，并多加制造，以建一营专用火炮之兵。皇太极对此建议十分重视，即于天聪六年（1632 年）正月二十五日，亲往北演武场检阅炮兵演习情况。演习开始时，佟养性率所部士兵擐（huàn，穿的意思）甲胄，执器械

---

① 《清太宗实录》卷八，天聪五年正月乙未，中华书局 1985 年版，影印本《清实录》二，第 109 页。以下引此书时均同此版本。

② 《清太宗实录》卷八，天聪五年三月丁亥，《清实录》二，第 119 页。

③ 《清太宗实录》卷九，天聪五年七月庚寅，《清实录》二，第 126 页。

④ 《清太宗实录》卷九，天聪五年八月癸丑，《清实录》二，第 129 页。

⑤ 《清太宗实录》卷九，天聪五年甲寅，《清实录》二，第 130 页。

⑥ 《清太宗实录》卷九，天聪五年九月戊戌，《清实录》二，第 134 页。

⑦ 《清太宗实录》卷十，天聪五年十月己酉，《清实录》二，第 137 页。

⑧ 《清太宗实录》卷十，天聪五年十月壬子，《清实录》二，第 138 页。



列于两旁，并命炮手进行红衣炮试射演习，结果非常成功，佟养性和副将石国柱、石廷柱，参将祝世昌等人得到优厚的赏赐，其余参加演习的将士也都有实物奖励①。试射的成功，促使皇太极更加重视火器的研制与炮兵的扩建。之后不久，佟养性亡故，皇太极为不影响炮兵的建设，即升任石廷柱为昂邦章京。天聪七年三月，皇太极又采纳总兵官马光远的建议，采取了一系列措施，发展火炮的制造与实行炮兵的扩建：下令改善铸炮与配制火药工匠的待遇，优待炮手；提升铸造红衣炮的工匠王天相、金世昌为备御，董成功为千总②；六月，皇太极命马光远等将新扩编的1 580户汉军，全部装备火器，从而使后金军拥有一支初具规模的汉人炮军。这些措施，使既往以弓马骑射和野战驰突见长的后金军，又增加了攻坚城拔要塞的炮兵，其战斗力之强已非明军所能匹敌。

3. 独立炮军的建成

后金天聪七年（明崇祯六年，1633年）四月，明将孔有德与耿仲明致书皇太极，表示愿以数万甲兵、百余轻舟、全部火炮归降后金，并合力进攻明军。皇太极接书后从优招降二部，并于七月命其为先锋攻取旅顺，使辽东尽为后金军所控制。

继孔有德、耿仲明投降后金军之后，明军镇守广鹿岛的副将尚可喜，也于当年十月率部归降后金。从此以后，后金军不但可以利用辽东工匠和明军降匠所仿制的红衣炮，而且又从孔、耿、尚三部降军中获得30多门红夷炮。这30多门红夷炮，有相当一部分是直接购自葡萄牙人的优质火炮。同时，在这三支部队中，还有直接受过葡萄牙人训练的匠师与炮手，他们制造与使用火炮的技术，远出于后金军同类人员之上。所以皇太极在天聪八年五月，编元帅孔有德部为天佑兵，总兵尚可喜部为天助兵。此后，皇太极便利用这支拥有数量较多、质量较优的汉军，为其攻城略地。

清崇德二年③（1637年）正月，皇太极命孔、耿、尚三部携红衣炮进攻朝鲜，获得了胜利。二月，又命贝勒阿济格与孔、耿、尚三部，携16门红衣炮进攻皮岛，以拔去清军侧背之芒刺；四月，攻占皮岛，得明军所用欧式火炮10门。不久，便转锋西向，关内明军则因失去在清军后方的一切据点，处于清军的凌厉攻势之中。崇德二年七月，皇太极因所属汉军炮兵屡战获胜，西洋火炮逐渐增多，遂将汉军编为左右二旗，以石廷柱与马光远分别为左右翼管旗大臣。至崇德七年（1642年）元月，包括孔、耿、尚三部在内的24 500名汉军，被分编为汉军八旗，成为皇太极指挥的一支独立炮军。

4. 增造红衣炮

为准备进关作战的需要和加强炮军的装备，皇太极先后于崇德七年与崇德八年，派员前往锦州铸造火炮。

崇德七年，皇太极命梅勒章京马光辉、孟乔芳，率领刘之源旗下的杨名高、

① 《清太宗实录》卷十一，天聪六年正月癸亥，《清实录》二，第154页。
② 《清太宗实录》卷十三，天聪六年三月庚戌，《清实录》二，第186页。
③ 天聪十年（1636年），皇太极改国号为大清，改元崇德。



祖泽润旗下的李茂、佟国赖旗下的佟国荫、石廷柱旗下的金玉、吴守进旗下的孙德盛、金砺旗下的柯永盛、巴颜旗下的高拱极、墨尔根侍御李国翰旗下的杨文魁，以及铸炮牛录章京金世昌、王天相等，前往锦州铸造神威大将军炮。崇德八年，皇太极又命固山额真刘之源、吴守进，同梅勒章京金维城、曹光弼，率将士赴锦州督造神威大将军炮。

锦州是明军坚守的关外重镇，崇祯十五年（后金崇德七年，1642 年）三月，坚守锦州的明军祖大寿部战败降清，城中火器及铸炮设施尽为后金军所得。城破伊始，即为后金军铸造火炮。至崇德八年十二月，造成首批铜质神威大将军炮。《清会典图·武备十》绘有该炮的图形，并有文字说明：

> 将军炮，皆铸铜。崇德八年造者曰神威大将军炮，前弇后丰，底少敛。长八尺五寸，不锲花纹，隆起四道。面镌“神威大将军”。右镌“大清崇德八年十二月　日造　重三千八百斤”。汉文：受药五斤，铁子十斤，载以四轮车，通髹朱。横梁承炮耳，辕长一丈五寸。轮各十有八辐。辕间加直木二，外出端，加横木。铁环九以挽之。

北京故宫博物院存有一门神威大将军炮的实物，形制构造与文献记载相同。经实测：炮身全长 264 厘米，口径 13 厘米，底径 48 厘米，有 4 道箍，后部阴刻满、汉文字：“大清崇德八年十二月　日造　重三千九百斤。”准星与照门已经损坏，火门多有破损。毁坏之处表明此炮当年曾用于实战。

神威大将军炮是清军入关前仿制的一种车载重型攻城红衣炮，炮管长，装药多，弹丸大，摧毁力大，是适用于攻坚城破要隘的利器。此炮的铸成，为清军入关创造了有利的条件。

二、清初各方的火炮制造与使用

清王朝建立后，统一与复明、镇压与反抗的军事斗争仍在全国各地进行，其中尤以南方为激烈。在这种斗争过程中，火炮的制造与使用，得到了迅速的发展。

1. 顺治年间的火炮制造与使用

清军在崇祯十七年四月入关后，继续以明末孔有德、吴三桂等各部降将为先驱，携带西洋大炮等各型火炮攻城略地，迅速扩大占领地域。五月，清摄政王多尔衮率领清军进京，不久即命各旗于北京设立炮厂与火药厂，制造火绳枪炮与火药，以为作战之需。其所制枪炮的形制构造，大致与后金时期的火绳枪炮相似相近。清军凭借兵力与火器的优势，在顺治二年（1645 年）五月灭亡李自成的大顺政权后，又于顺治三年底灭亡了张献忠的大西政权。清军在同南明各方军队作战时，都使用火器进行激烈的攻防战。

2. 南明各方政权用火炮进行抗清作战

顺治二年（1645 年）四月，清定国大将军多铎分兵进攻徐州、亳州（今属安徽），兵锋直向两淮，于四月十八日直抵扬州城郊。其时，明弘光帝昏庸，朝廷内乱迭起，督师扬州的史可法虽连章告急，但无人理睬，扬州情势万分危急。清军一面准备攻城，一面派明降将李遇春等至城内劝降史可法，被史可法严词拒绝。为保卫扬州，史可法一面檄招受其节制的淮北、泗水、临淮、庐州（今安徽合肥）四镇的总兵前来救援，一面又泣谕军民作死守之计。其时，应招的援兵只有总兵



刘肇基所部4 000人自高邮（今属江苏）入城守卫。清军连日从四面向城内放炮，城垣多处被毁。史可法率军民以草袋装土修补，并以巨型火炮轰杀攻城清军数千人。四月二十四日，清军从泗州（今江苏盱眙西北）运来红衣大炮，攻破扬州城，史可法被俘，不屈而死。清军屠城十天，史称“扬州十日”。

顺治二年闰六月，江阴民众数十万反抗清军强制推行的剃发令，江阴典史陈明遇和前任典史阎应元被民众推为首领和城主，共同筹划城防。清多罗贝勒博洛劝降无效，便下令围城，并自七月十一日起发炮轰城。围城清军总兵力最多达24万，动用大小火炮数百门，日用火药15 000斤，城垣多处被轰塌。守城义军也以上千支鸟枪、上百门火炮，以及众多的火毬、火弩等火器，击杀攻城清军，使清军付出了重大代价。八月二十一日，清军攻破江阴城，陈明遇与阎应元率众巷战，都死于乱军之中。博洛下令屠城三日，幸存者仅有老少53人。

顺治二年（1645年）闰六月，黄道周、郑芝龙等奉明唐王朱聿键监国福州，建元隆武，史称唐监国。与此同时，张国维、张煌言等奉明鲁王朱以海监国绍兴，史称鲁监国。这两个南明政权都成立于江南民众抗清斗争的高涨时期，有相当的号召力，他们所统率的军队，也常以火炮等火器与清军相抗，清军一时不能胜。

顺治三年十月，明广西巡抚瞿式耜、两广总督丁魁楚等奉明桂王朱由榔监国广西肇庆，十一月称帝，改明年为永历元年，史称永历政权。顺治四年（南明永历元年）春，清军挺进广西，乘南明军桂林城防御薄弱及积雨城塌之机攻占桂林。瞿式耜与总兵焦琏在守城战中，使用了西方传教士毕方济献给桂王朱由榔的西洋大炮，击杀清军数千人。顺治七年十一月，清将孔有德率部2万从全州直逼桂林。十二月，守城明将王永祚率部出降，清军攻入桂林，俘杀瞿式耜。顺治十四年（1657年），清廷授吴三桂为平西大将军，会同宁南靖寇大将军洛托、兵部尚书洪承畴等，进攻永历政权。永历政权所统各部以西洋大炮轰击清军。顺治十六年正月初三日，三路清军会师攻占昆明，永历帝被迫逃往缅甸。顺治十八年九月，清军分两路发兵缅甸：右路由爱星阿、吴三桂率兵5万出陇川（今云南陇川西南）、猛卯（今云南瑞丽）；左路由马宁、王辅臣率兵2万出姚关。十二月，吴三桂部至缅甸境内，迫使缅甸国王交出朱由榔，吴三桂即班师回昆明。次年四月，吴三桂部绞死朱由榔，永历政权灭亡。吴三桂所部从永历政权所统南明军中，缴获了永历政权使用的西洋大炮，其中有一门西洋大炮的炮身刻有“永历元年二月造　总制部院堵”等字[8]。在南明抗清战争中使用西洋火炮最多的则是郑成功所部。

3．郑成功在抗清驱荷战争中使用的火炮

郑成功是我国明末清初著名的军事家、民族英雄。初名森，又名福松，字明俨，号大木，福建南安人。明天启四年七月十四日（1624年8月27日）生于日本平户，父亲郑芝龙为明福建总兵，母亲田川氏系日本人。崇祯三年（1630年），他从日本回国。少年时习文练武，初知兵法。南明弘光元年（1645年）监生。南明隆武元年（1645年），受隆武帝朱聿键重视，赐姓朱，改名成功，封忠孝伯，任御营中军都督，人称“国姓爷”。因向隆武帝献抗清之策而深受赞赏。隆武二年，因屡阻其父降清不果而与之决裂，并起兵南澳岛（今闽粤交界海域），兴师反清，自号招讨大将军，以福建金门、厦门为抗清基地。南明永历二年（清顺治五年，



1648年)，郑成功改奉永历年号，被永历帝先后封为威远侯、延平公。永历七年，又被晋封为漳国公延平王。他在抗清驱荷战争中，极其重视建立强大的水师与装备当时较为先进的枪炮。

永历十六年五月，郑成功率师经崇明入长江。六月，破清军滚江龙（横江锁链）、木浮营（其上驻兵500人、设炮40门的江上木栅），克瓜州、下镇江至南京近郊时，六合、滁州、天长等地皆反正，而后夺取江南、江北的3州、4府、24县。郑成功所部在作战中，常携带大量火药、正副龙熕、大铜砲、红衣炮、威远炮、佛郎机等火炮。在进攻瓜州时，郑军用巨炮轰击清军的巨大木浮营。在进攻镇江前，郑成功下令“各铳船、水艍（jù，清代的一种战船）船跟正副龙熕到岸协击”①。在围攻南京时，郑成功“令各办铳器攻城……抬运正副龙熕，登岸攻城”②。次年五月，在厦门保卫战中，郑成功的“右武卫坐驾同正副龙熕（gòng，熕船即为炮船 gunboat 的意思）船，破艅而入”③。

郑成功在抗清战争中所用的大威力火炮，主要是永历年间制造的红衣炮型火炮，除了前面已经提到的出土的永历元年所制西洋火炮外，还有一门传世的永历乙未年（永历九年）制造的火炮，足以说明这一史实。《厦门大学学报》1979年第3期，刊载了陕西省博物馆关于《郑成功铸造的永历乙未年铜炮考》的文章[7]，详细介绍了这门传世火炮的情况。此炮用铜铸造，全长210厘米、口径11厘米、口外径31厘米、口沿壁厚5厘米，双耳均高12厘米、长18厘米。从各部尺寸与口径尺寸的比例倍数可知，它是一种攻城炮，大约与欧洲16世纪后期所制造的加农炮相似。炮管前细后粗，有五道箍，每一道箍都是由多条细线构成的带形箍。从炮口至第一道箍呈喇叭形，这种构造形式的火炮所见不多。炮底外部有球形尾珠，其前方有一个方形火门。炮管中部两侧各横出一个炮耳，耳间有嘉禾瑞草图形，现在的炮膛中部已被沙石锈堵。炮身后部铸有3行凸形文字（图3-3-2）：

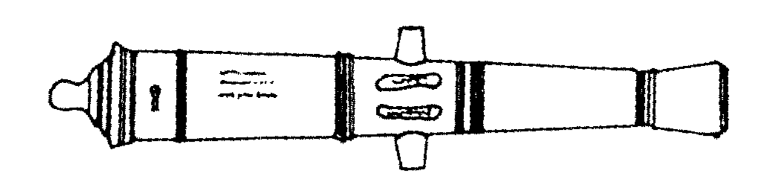


图3-3-2 永历乙未年铜炮

钦命招讨大将军总统使世子　大明永历乙未仲秋吉日造　藩前督造守备曾懋德

炮身铭文表明此炮为郑成功所部督造，有如下几点依据。其一是“钦命招讨大将军总统使世子”实为郑成功的名号，与《增订晚明史籍考。石井本宗（郑氏）族谱》的记载完全一致，该记载称：“郑成功·讳森，字明俨，号大木。明赐国姓

① 清·杨英撰，陈碧笙校注：《先王实录校注》，福建人民出版社1981年版，第193页。
② 清·杨英撰，陈碧笙校注：《先王实录校注》，福建人民出版社1981年版，第212页。
③ 清·杨英撰，陈碧笙校注：《先王实录校注》，福建人民出版社1981年版，第234页。

名成功，挂招讨大将军印总统使。”其二是“世子”二字，乃因为南明隆武帝朱聿键和永历帝朱由榔都曾把郑成功当作养子而得。其三是“大明永历乙未年”等字，说明此炮制于南明永历九年（清顺治十二年，1655 年），其时郑成功已建成一支军纪严明、能征惯战、装备较先进的水陆队伍，威震厦门。其四是“藩前督造守备曾懋德”等字，系郑成功所部督造火器官员的职务与姓名。由此可见，此炮是郑成功所部制造和使用的大型火炮。

郑成功的重大历史功绩，在于他率军驱逐荷兰殖民者，收复中国领土台湾，开了中国军队使用大型火炮进行渡海作战而取胜的先河。台湾历来是中国的领土，东汉与三国时期称夷州，隋朝称流球。明天启二年（1622 年），荷兰殖民机构东印度公司（驻印度尼西亚）派军舰到台湾窥伺港口。天启四年，荷军侵占台湾西南部，后又筑台湾城（荷称热兰遮城，今台南市西安平镇）与赤嵌城（荷称普罗文查城，今台南市）。至崇祯十五年（1642 年），荷军将侵占鸡笼（今台湾基隆）、淡水等地的西班牙军击败，又夺占台湾北部。明末清初，台湾人民曾多次采用各种方式，反抗荷兰殖民者的统治和暴行。

顺治十八年（南明永历十五年，1661 年）正月，郑成功在厦门召开军事会议，决定收复台湾，作为抗清的基地。计定之后，郑成功即修战船、造火炮、筹军粮、测航道、探军情、整军备战，为收复台湾作好各种准备。郑成功在确定以部将洪旭、黄廷等辅佐长子郑经留守金门与厦门后，于三月二十三日乘侵台荷军只有千余人在岛，而援军受季风影响难以到达之机，亲率官兵25 000 人、战船数百艘，在何廷斌与熟悉航路渔民的引导下，从金门的料罗湾出发，次日至澎湖。因遇风而锚泊待机。三月三十日夜，郑军乘风浪停息时，即由澎湖起航。四月初二日晨，郑军进抵荷军疏于防守的鹿儿门港（今台南市安平港北）外，至中午涨潮时，郑成功指挥部队驶入鹿儿门港，令4 000水兵抢占北线尾岛，全歼岛上荷军。与此同时，郑成功自率主力，并在数千同胞支持与配合下，占领禾寮港。在海上，4 艘荷兰军舰发炮轰击北线尾岛外郑军。郑成功命部将陈广、陈冲等以60 艘战船围攻荷舰。作战中，郑成功部火攻营与水军中的火铳船，都装备与使用了大量的火炮。在江日升撰写的《台湾外记》卷十一中称，郑成功所部在收复台湾时，曾使用“连环熕二百门”轰击荷军战船（图3－3－3）。四月初，郑军以12 000 人包围赤嵌城，在城周布设众多火炮，迫降守城荷军。之后，郑军又围困台湾达8 个月之久。当第二批郑军登陆后，郑成功即于十二月初六日，下令炮击台湾城外的重要据点乌德勒支堡，发射弹丸2 500 余

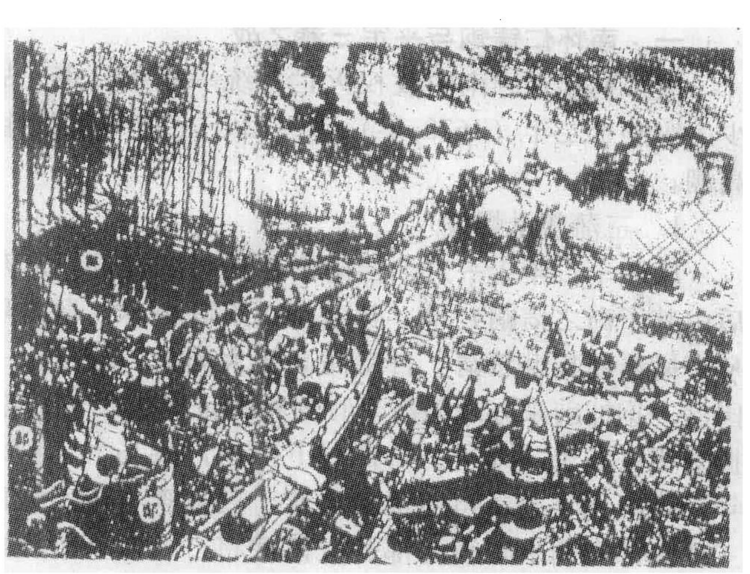


图3－3－3　郑成功部用火熕渡海作战



枚，当晚攻破该城，荷军不支而降。顺治十八年十二月十三日（1662 年 2 月 1 日），荷兰殖民总督揆一在投降书上签字，被荷兰殖民者侵占达 38 年之久的台湾岛，终于又回归到中国的怀抱，荷兰殖民者从此被驱逐出台湾。

郑成功所部在抗清与驱荷战争中所使用的火炮，大多为该部自制，这说明火炮铸造在南明时期仍有相当的发展，永历九年所铸造的火炮是当时所铸造的大型火炮之一，基本上反映了南明永历政权的铸炮水平。

第四节 康熙时期的火炮制造与使用

爱新觉罗·玄烨执政的康熙时期（1662—1722 年），是清代火器制造与使用技术发展的高潮时期。在火炮的制造与使用方面尤为突出。他根据当时的需要，在北京设立了三个造炮场所，大胆起用懂得多种西方科学技术的西方传教士南怀仁主持造炮事宜，熔中西古代火炮制造技术于一炉，推动了中国古代火炮制造技术的发展。

一、南怀仁铸炮与平定三藩之战

康熙初年，因南明政权灭亡，统一战争结束，战事减少，故火炮制造一度减少。康熙十二年（1673 年）十一月，三藩叛乱发生，于是又掀起了火炮制造的高潮。

1. 三藩叛乱爆发

康熙十二年十一月，云南平西王吴三桂部、广东平南王尚可喜（尚可喜告老后由其子尚之信嗣）部、福建靖南王耿精忠（耿仲明之孙）部三藩，因反对康熙皇帝撤藩而相继叛清。自恃功高势大的吴三桂于十一月二十一日，杀云南巡抚朱国治，拘捕前来办理撤藩事宜的礼部侍郎折尔肯、翰林院学士傅达礼，发布檄文，拥立明宗室朱三太子，自称天下都招讨兵马大元帅，宣布反清复明，以康熙十三年为周王元年。贵州巡抚曹申吉、提督李本申，云南提督张国柱也随之反清。吴三桂旧部和明末降清的部分文臣武将，及东南沿海的各路反清武装余部，乘机纷纷响应。四川提督郑蛟麟，广西将军孙延龄、提督马雄，福建的耿精忠，占据台湾的南明延平王郑经，陕西提督王辅臣，广东讨寇将军尚之信、总督金光祖、提督严自明等相继叛清。由于他们拥有数量较多、质量较优、重达 500～600 斤的火炮，所以造成的破坏很大，数月之中，战火遍及云南、贵州、湖南、四川、福建、广东、江西等 7 省。

2. 南怀仁造炮

三藩叛乱开始后，康熙决定武力平叛，自康熙十二年十二月起，一面陆续调集各路大军，开赴上述各省的战略要地，先扼制叛军的进攻势头，而后待机剿灭。一面又于康熙十三年八月谕示兵部：

> 大军进剿，急须（需）火器，著治理历法南怀仁铸造火炮。（火炮须）轻利，以便登涉①。

① 《清圣祖实录》卷四九，康熙十三年八月壬寅，《清实录》四，第 640 页。



当年九月，又命和硕安亲王岳乐为定远平寇大将军，率部开赴湖南，至江西后，或由袁州（今江西宜春）进取长沙，平定广西；或径抵广西。

南怀仁（Ferdinand Verbiest，1623—1688 年）是比利时传教士，字勋卿，又字敦伯。1623 年 10 月 29 日生于比利时的皮特姆（Pithem）。青少年时勤奋好学，于 1641 年入耶稣会。1656 年启程来华，至 1658 年抵澳门。于 1660 年 5 月奉诏进京，因颇通科技，受康熙帝重视，于康熙八年（1669 年）被清廷授任钦天监监副，从事历法推算，于十三年升任钦天监监正。南怀仁在当年十月受命造炮任务后，即试制木模，赶制成品，于十四年三月试射于卢沟桥靶场。康熙帝亲临观摩，见试射成功，便于四月下令批量制造，当年即成 80 门。此炮长 7.3 尺、口外径 4.9 寸、口内径 2.7 寸、底径 6.7 寸，发射 2 斤重的铁弹，装填火药 1.5 斤，配有炮车。十四年十一月十六日，康熙帝接到湖南平叛前线岳乐请求调运 20 门轻便火炮的奏折：

> 逆贼吴三桂闻臣进取长沙，必固守要害……非红衣炮不能破其营垒……西洋炮轻利便于运动，乞发二十具为攻剿之用①。

康熙帝接到奏报后，当即颁发上谕：

> 剿灭逆贼，平定湖南……南怀仁所造火炮，著官兵照数送至江西，转运安亲王军前。王不必待炮到始行，亟由吉安或袁州进发②。

康熙十五年（1676 年）六月初三日，江西平叛前线扬威大将军和硕简亲王喇布，又奏请朝廷从江南调运 10 门红衣炮，作为攻取吉安之用。康熙帝即准其所请，命江南速向江西运炮③。这批红衣炮运抵江西后，喇布以其攻打吴三桂及耿精忠部叛军，有力地支援了岳乐军的作战。康熙十六年（1677 年）三月，清军又与吴三桂叛军战于长沙东南的官山，吴军败退长沙。由此可见，红衣炮在作战中发挥了重要作用。

当南怀仁所造第一批 80 门大炮于康熙十四年十一月运往平叛前线后，又于十五年铸成 32 门神威无敌大将军炮和 20 门木镶铜炮，于十九年铸成 8 门金龙炮④。这些火炮有的在平定三藩之战中，发挥了一定的作用。康熙帝见了红衣炮在平定三藩之战中的作用，便于十九年十一月召开王大臣会议，决定将直隶无用之炮熔铸新炮。二十年正月，康熙帝观看新炮试射，并命南怀仁督造 240 门神威将军炮⑤，由 240 名炮手至卢沟桥训练射击技术，至十一月中，炮手在 3 个月的实弹演习中，共射弹 21 600 余发，命中精度甚高，有几门炮在射弹 300 ~ 400 发后仍完好无损。

康熙二十年十二月十九日（1681 年 1 月 27 日），南怀仁进呈《神武图说》70 卷，其中包括制炮理论 26 卷与图解 44 幅[8]（一说书名为《神威图说》），是继《火攻挈要》之后又一部传入我国的欧洲炮术书籍。康熙帝于上书第三天即朱批其

---

① 《清圣祖实录》卷五八，康熙十四年十一月庚子，《清实录》四，第 751 页。

② 《清圣祖实录》卷五八，康熙十四年十一月庚子，《清实录》四，第 751 ~ 752 页。

③ 《清圣祖实录》卷六一，康熙十五年六月甲寅，《清实录》四，第 792 ~ 793 页。

④ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第 6588 页。

⑤ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第 6588 页。



奏，命工部浏览其图法，并于四月授南怀仁工部右侍郎衔①。

3．平定三藩与缴获的叛军火炮

在康熙帝的周密部署和全力征剿下，三藩及随从叛乱的势力逐渐被平定。康熙十五年五月，清军以红衣炮轰击甘肃平凉城北虎山墩的陕西提督王辅臣，随之进围全城而断其粮道。六月，王辅臣开城降，陕甘境内的叛军势力被平定。康熙十五年九月，耿精忠所部叛军在清军追击下企图逃往海上，因被部将所阻而于十月在福州降清。次年二月，郑经战败后，闽浙境内的叛军势力被平定。盘踞广州的尚之信所部反清叛军见耿精忠所部降清后，也随之派人向清将喇布投降。其余盘踞两广的叛军势力也于康熙十七年三月被平定。

最后被平定的是吴三桂部叛军势力。吴三桂部在康熙十六年三月退守长沙后，又于四月退驻衡州（今湖南衡阳）。康熙十七年三月初一日，吴三桂在衡州称帝，国号周，建元昭武。八月十七日，吴三桂病卒，其孙吴世璠继位，改元洪化，退兵云贵，于康熙十九年十月逃回昆明据城死守。二十年十月初八日，清三路大军开始围攻昆明城，吴世璠部将纷纷降清。十月二十八日，吴世璠部将线绒眼看粮尽援绝，密谋擒拿吴世璠降清，吴世璠被迫自杀。次日，线绒率部投降。三藩叛乱至此被彻底平定。

三藩叛乱被平定后，叛军所用火炮尽为清军所得，其中尤以吴三桂部所用火炮为多。据《大清会典事例》卷八九四记载：

> （康熙二十年）圣祖仁皇帝平定吴逆，获其所制浑铜炮，藏之武库，以备军行之用。炮铸以铜，前弇后微丰，底如覆笠。重自一千二百斤至二千一百斤，长自六尺至六尺一寸，隆起九道，旁为双耳，受药自一斤十二两至二斤八两，铁子自三斤八两至五斤。炮车全②。

《大清会典》所记载的只是吴三桂军所使用的一种自造火炮，其余型号的火炮并未涉及。对古代火炮颇有兴趣的马非百先生，在《文物参考资料》1955 年第 7 期中[8]，发表了他在苏州的拙政园、江苏省博物馆的库房、湖南长沙市所见吴军的“周炮”及其他火炮的资料。[2]马先生在江苏省博物馆的库房内见到的“周炮”炮身刻有③：

周一年二月造　重三百五十斤
周二年二月造　重三百五十斤
周三年三月造　重五百五十斤
周三年七月造　重六百五十斤
周四年六月造　重五百五十斤

---

① 法·白晋著，马绪祥译：《康熙帝传》，见《清史资料》第一辑，第 237 页，中华书局，1980 年版。白晋（Joach Bouvet，1656—1730 年），又译作白进，字明远，法国传教士，1685 年 3 月奉遣来华。1687 年 7 月到达浙江宁波。1688 年 2 月 20 日抵达北京。次日，被康熙帝召见，留京候用。《神武图说》只见史书记载，迄今尚未见其原本。

② 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·铸炮》，《钦定大清会典事例》（二十），第 16085 页。

③ 这些“周炮”曾被张文虎等学者误认为是张士诚政权所造火炮的一部分。



马先生在长沙所见到的“周炮”炮身刻有：

周元年十一月造　重壹千斤（炮耳残）

周二年正月造　重五百三十斤（炮耳残）

周三年六月　日造　重五百五十斤

周四年八月　日造　重五百五十斤

周五年二月　日造　重三百五十斤

昭武元年

洪化二年　月　日造　剿虏大将军马

据当时湖南省文管会工作人员介绍，长沙的“周炮”、“昭武炮”、“洪化炮”，是在同一个水塘中取出的，系当年吴三桂及其孙吴世璠称王称帝时所造。同时出土的还有下列一些制于明末清初的火炮。

崇祯六年　岭西布政王　总督两广军门□□□□□

□西左布政□　总督两广

军门熊造　□造把总吴□　张□

崇祯十六年　福军门张　都督郑造

崇祯十六年　□营造　应天军门郑

永历元年二月造　总制部院堵

顺治十三年　月奉　总督湖广太

子少保祖督造　把总董国风□

□□□□□□

若把长沙出土的铁炮按炮身所刻的纪元排列起来，恰与吴氏政权所奉纪年的演变相吻合。

康熙纪年	吴氏纪年	炮身纪年	公元
十三年	周元年	周元年	1674 年
十四年	周二年	周二年	1675 年
十五年	周三年	周三年	1676 年
十六年	周四年	周五年	1677 年
十七年	周五年	周五年	1678 年
十七年	昭武元年	昭武元年	1678 年
十八年	洪化二年①	洪化二年	1679 年

由此可见，长沙出土的“周炮”、“昭武炮”和“洪化炮”，都是吴氏政权所制造并用于同南明军和清军作战的火炮，它们在形制构造上大致与明末所用的红夷炮相似，炮身两侧横出的炮耳是这类火炮的主要特点。

此外，长沙还出土了吴三桂军队所使用于明末清初一些年代制造的火炮。这种多年代、多政权所制火炮混合装备于一军的情况，恰好把明末清初火炮的演变，同吴三桂反复于明清之间的军事生涯联系在一起了。吴三桂于崇祯初年以武举承其父（明锦州总兵）吴襄之职，授都指挥。明崇祯十二年（1639 年）升总兵，守

① 吴世璠在康熙十七年八月十日即位后，即改当年为洪化元年。



宁远，其部装备了明崇祯年间制造的红夷炮。崇祯十七年，吴三桂降清，这些火炮便随之归清军所有。吴三桂降清后，便装备了清顺治年间制造的红衣炮。顺治十四年（1657 年），清廷授吴三桂为平西大将军，率兵进攻南明政权缴获了南明永历元年（1647 年）制造的火炮。康熙十六年（1677 年）四月，吴三桂率被清军战败的叛军从长沙退至衡州。上述这些火炮可能在作战中遭到损坏，在叛军撤离长沙时被抛弃于池塘之中，军事生涯多变的吴三桂，集明末清初主要政权所造火炮于一军，成为后世研究这一时期火炮的实物依据，这是他本人也没有想到的。

4. 平定台湾与缴获的台湾炮

郑成功于顺治十八年（1661 年）收复台湾后，即建立以澎湖为前哨的反清基地。郑成功去世后，其子郑经袭封延平王，仍奉南明年号，据台反清。康熙二十年（1681 年），清廷乘郑经病死，其子郑克塽年幼初立之机，决定平定台湾反清复明势力，实现国家统一。康熙帝为此命施琅为福建水师提督，与福建总督姚启圣共谋取台之策，最后确定以施琅统帅攻台大军，相机进取，以姚启圣督办粮饷。郑克塽闻讯后，曾两次致书清廷请降，但不剃发、不易服、不登岸，被清廷拒绝。之后，郑克塽派大将刘国轩率部 20 000 余人，驾战船 200 余艘，每船装备 1 门红衣炮、20 余门发熕、鸟铳 100 ~ 200 支，从台湾开赴澎湖，并在澎湖列岛与台湾本岛上构筑防御工事，以为坚守之计。

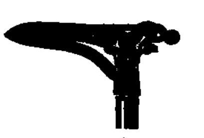
康熙二十二年（1683 年）六月十四日，施琅率水师 20 000 余人，驾 300 艘舰，装备各型舰炮，从福建铜山（今东山东北）进攻澎湖。六月二十二日，清军开始强攻澎湖本岛，击毁郑军大小战船 190 余艘，歼其官兵 12 000 余人，迫 4 800 余人投降，刘国轩突围逃回台湾。清军占领澎湖后，郑克塽于七月遣使赴澎湖请降。八月十三日，施琅率军抵台受降。郑军所用军火尽为清军所获。《大清会典事例》卷八九四对郑军所用台湾炮作了专门记载：

> 二十二年，圣祖仁皇帝平定台湾，获其所制炮（《清会典图》卷一百记为台湾炮）。铸以铜，前弇后微丰，口形如钵。重自三百斤至七千斤，长自四尺三寸至一丈二寸。隆起十道，中为龙纹双钮，可贯绳悬之。用药自一斤一两至十斤，铁子自二斤二两至二十斤。炮车全（横梁承炮，辕长一丈二尺七寸，轮各有十八辐）。

从《清会典图·武备十》所绘台湾炮的图形看，炮管的形制构造与郑成功部所用永历乙未年的火炮相似，前者当是后者的延续制品。又从其长度 4.3 ~ 10.02 尺、重量 300 ~ 7 000 斤分析，台湾炮当是一种系列性火炮，有大中小各种类型，适应于不同样式作战的需要。炮身可用绳索贯通双钮，便于提运，这是搬运大型火炮的一种改进，反映了当时台湾铸造与使用火炮的状况。

二、收复雅克萨之战中的清军火炮

康熙朝廷于平定三藩之后，又于康熙二十二年（1683 年）再次决定由南怀仁赶铸新炮，为清军驱逐侵占雅克萨的沙俄军队预作准备。两年之后，共铸成铁心铜炮 85 门、铁奇炮 1 门，并将其中的一部分运往盛京（今辽宁），以为收复雅克



萨之用①。

1. 雅克萨的收复

雅克萨位于黑龙江省漠河县东、呼玛县西北黑龙江北岸（今俄罗斯阿尔巴金诺），地处水陆要冲。该地自古以来就是中国的领土，自秦至清都在此设立行政区划，任命官员进行统辖。17 世纪前期，沙俄侵略者多次入侵。顺治八年（1651年），沙皇俄国的哈巴罗夫率部侵占雅克萨，并筑堡盘踞，四出劫掠。清廷曾多次要求俄军撤出雅克萨，但沙俄方面均置若罔闻。康熙二十一年，玄烨乘三藩平定之机，亲自往巡，并决定用武力驱逐沙俄侵略者，收复被占领土，指示守军要作好一切备战部署。

康熙二十四年初，康熙帝命都统彭春掌黑龙江将军印，统军收复雅克萨，并将 20 门红衣炮运至进攻雅克萨的清军营中②。四月，彭春与宁古塔副都统萨布素统军 3 000 余人，从瑷珲水陆并进，于五月二十二日抵近雅克萨。与此同时，20 门红衣炮及其他各种火炮，也已分别运至雅克萨城的北、东、西面，准备实施抵近射击。清军到达时，即向沙俄军头目托尔布津发出通牒，令其迅速撤兵，托尔布津自恃城防坚固，企图负隅顽抗。六月二十四、二十五日，清军分水陆二路，用神威无敌大将军炮等各型火炮猛轰城垣，激战三日，托尔布津见援兵不至，无力再战，便向清军请降。清军收复了雅克萨。

当清军还师瑷珲后，沙俄侵略军又于康熙二十五年正月重占雅克萨城。康熙帝闻讯后又于当年二月下令萨布素再度统兵进攻雅克萨。七月，萨布素所部 2 000 余名清兵进围雅克萨城。八月，清军开始攻城，萨布素令副都统郎坦领兵从城北用红衣炮猛轰城内。沙俄军虽也用 11 门大炮还击，但已无济于事。在清军火炮猛轰下，826 名沙俄侵略军仅有 66 人幸免。沙俄政府被迫同清廷进行谈判，以清朝让出尼布楚，沙俄撤出雅克萨而达成协议。康熙二十八年七月二十四日（1689 年 9 月 7 日），中俄双方签订了《中俄尼布楚条约》（即《黑龙江界约》），从法律上确定了中俄东段边界。

2. 神威无敌大将军等枪炮的使用

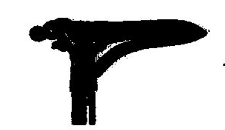
在清军收复雅克萨之战中，南怀仁奉命继续造炮。康熙二十六年十二月二十八日（1687 年 1 月 30 日）南怀仁病故。康熙帝因其为平定三藩和收复雅克萨造炮有功，以及在清廷供职期间之业绩，传旨优葬立碑。据《清朝文献通考》卷一九四《军器·火器》的记载，自康熙十三年至二十六年，经南怀仁督造的火炮近 500 门。其中为收复雅克萨所造的火炮，在战前已运抵齐齐哈尔炮库贮存，而后又分运各地。据何秋涛在《朔方备乘》卷十四中记载：

> 齐齐哈尔、墨尔根、黑龙江皆有炮。曰神威无敌大将军，齐齐哈尔、黑龙江各四位；曰神威将军，齐齐哈尔、黑龙江各十二位，墨尔根八位；曰龙炮，齐齐哈尔六位；曰威远炮，齐齐哈尔、黑龙江各一位；曰子母炮，齐齐

---

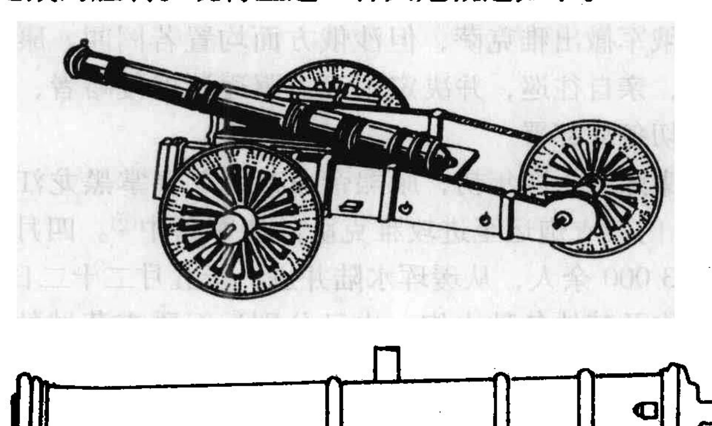
① 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第 6588 页。

② 清·何秋涛撰：《朔方备乘》卷十四，《雅克萨城考》，清咸丰十年正月《朔方备乘》卷十四，第 35 页。以下引此书时均同此版本。这 20 门红衣大炮即为清廷所制的神威无敌大将军炮。



哈尔二十位，墨尔根、黑龙江各十位；其雅克萨城所获罗刹（即俄罗斯）炮三位、乌宁克尔珠尔亨等处所获罗刹炮二位，并残毁子母炮一百九十五位、行营炮四位，皆齐齐哈尔库存，永远不动。

由此可见，当时清军在收复雅克萨城时，曾使用了8门神威无敌大将军炮，以及神威将军、龙炮、子母炮、行营信炮各若干门，从而能在不同层次上发扬火炮的攻城优势，取得收复雅克萨之战的胜利。现将上述5种火炮概述如下。

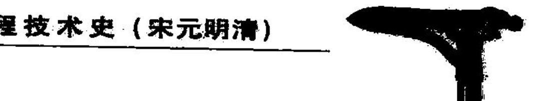


上：《清会典图》图绘　下：出土实物正视图

图3－3－4　神威无敌大将军炮

第一种是攻城用的大型神威无敌大将军炮，制于康熙十五年（1676年），系南怀仁为清廷督造的第二批火炮，共52门。其中铜炮8门，各重2 274斤、长7.7尺、口外径1尺、口内径3.7寸、底径1.2尺，装填火药4斤，发射8斤重的铁弹。铁炮24门，各重1 613斤、长7.6尺、口外径8.5寸、口内径3.3寸、底径1.1尺，装填火药3斤，发射6斤重的铁弹。木镶炮20门，各重817斤。这些炮的炮管前细后粗，底如覆笠，有多道加强箍，上刻“大清康熙十五年三月　日造”等字。各炮都用炮车装运，车有3轮，前2后1，车身中部用横梁支承炮身，车辕长12.2尺，辕前安有铁环，便于挽拽①。前2种炮的炮管长分别为口径的21倍与22.7倍，属于长管攻城炮（图3－3－4上）。1975年5月，齐齐哈尔建华机械厂工人，在该厂发现一门清军在收复雅克萨之战中使用过的神威无敌大将军炮，可能是当年存于齐齐哈尔炮库4门中的1门（图3－3－4下）。《文物》1975年第12期，刊载了黑龙江省博物馆历史部撰写的一篇文章：《康熙十五年“神威无敌大将军”铜炮和雅克萨自卫反击战》[9]。文中详细阐述了这门火炮的形制构造及对其考察的情况。这门用青铜铸造的火炮，与天启二年（1622年）传入的红夷炮相似，与《清会典图》所载炮图无异。炮身除口沿外前细后粗，底盖如覆盂形，上有球形尾珠，近炮底处有一个方形火门，炮身中部各横出一个炮耳，炮口与底部正上方分别有准星与照门，炮身有5道箍，半腰留有一条合缝线，似为铸炮痕迹，炮身保存完好，未见炮车。炮膛底部尚遗留一枚铁铸球形实心炮弹。经测量，炮的主要数据为：口径11厘米、全长248厘米、炮口外径27.5厘米、炮底径34.5厘米、重1 000千克。炮弹的直径9厘米、重2.7千克。这些数据同《清朝文献通考》卷一九四的记载相比较，与较小的一种神威无敌大将军炮相近。炮身用满汉两种文字刻有：

① 《清会典图》卷一百《武备十・枪炮三》，《清会典图》（上），第978页。



神威无敌大将军

大清康熙十五年三月二日

这些刻字与文献记载完全一致，可互相印证。

第二种是神威将军炮，有240门，各重390斤、长6.6尺、口径3.3寸，铅弹重18两，装填火药8两时可射500尺，装填火药9两时可射750尺。炮身有4道箍，两侧各有一个炮耳，并有准星与照门。炮身刻有：

大清康熙二十年铸造，神威将军，用药八九两，铅子十八两，（准）星高七分。制法官南怀仁，监造官法保、钱齐布、陶三泰，宁古塔吴喇代。匠役李文德、颜四①。

炮身用两轮车载运，车辕长9.5尺，车前有铁环。炮身刻字表明这是最早镌有南怀仁之名的火炮。康熙二十二年（1683年），有12门神威将军炮运至齐齐哈尔备战，在康熙二十四年、二十五年的收复雅克萨之战中发挥了重要的作用。

第三种是龙炮，系收复雅克萨之战中使用的轻型火炮。战争结束后，有6门存于齐齐哈尔炮库。见于记载的样式有三：其一是康熙十九年（1680年）制造的8门铜龙炮，长5.7尺、重250～300斤，发射13～14两重的铅弹②；其二是康熙二年制造的铜金龙炮，长5.8～6尺、重280～370斤，装填6.5～8两火药，发射13～16两重的铁弹，炮身镌有满汉文“大清康熙二十年御制”等字③；其三是康熙二十五年制造的1门铁龙炮，长4.5尺、重80斤，发射5.2两重的铅弹④。龙炮一般安置于双轮车上（图3-3-5），在皇帝亲征时才使用。由于收复雅克萨之战至关重要，所以也运往前线参战。从制造的年代看，参战的龙炮应为前2种，后一种已赶不上作战的需要。

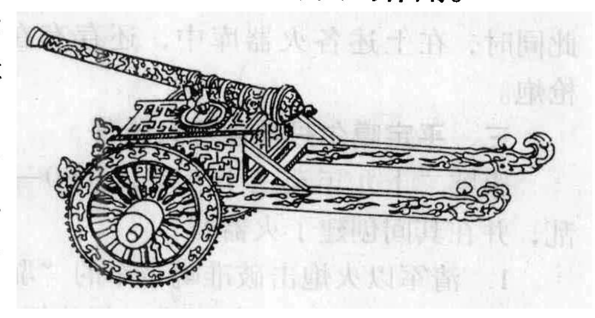


图3-3-5 车载金龙炮

第四种是子母炮，系当时作战所用最小的轻型铁火炮，清初已有制造，运往前线的有40门，其中齐齐哈尔有20门，黑龙江与墨尔根各有10门。康熙二十九年（1690年）与六十年，又分别制造202门与6门。在形制构造上可以区分为2种形式。其一是炮身前细后粗，底如覆笠，有5道箍，两侧各有炮耳。炮身长5.3尺，重95斤，安于平板车上，车有四轮。炮

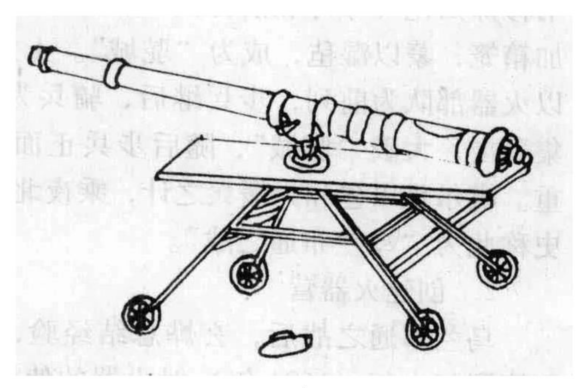


图3-3-6 子母炮

① 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第978页。

② 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6588页。

③ 《清会典图》卷九八《武备八·枪炮一》，《清会典图》（上），第965页。

④ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6588页。



身后部有一个敞口形装弹室，可安子炮。子炮重8斤，有5个，其大小与装弹室匹配；发射时将子炮放入室内，并以铁钮固连，以防跌落①。其二是炮身呈直筒形，长5.8尺，重85斤，附子炮4个。炮尾加一木柄，木柄后部俯曲，以铁索连于平板车上，车有四轮，可推挽运行②。山海关城楼上藏有此类火炮的实物。其中有1门木把子母炮，全长226厘米、炮管长172.5厘米、口径2.5厘米、口外径5.2厘米，以火绳点火发射（图3-3-6）。故宫博物院内也存有1门类似的子母炮。

第五种是行营信炮，简称行营炮，系当时所用的一种信号炮。炮管用铁制造，前后一般粗，自口沿至尾部有5道加强箍，全长1.6~1.8尺，重80斤，装填火药8两，置于地上发射，一般作为信号炮使用。

在收复雅克萨之战中，清军除了使用上述各种大小火炮轰击城垣外，士兵还使用鸟枪进行作战。后来人们曾发现在齐齐哈尔与黑龙江的火器库中各存有450支鸟枪，墨尔根火器库中存有100支鸟枪，呼伦贝尔火器库中则存有596支鸟枪。与此同时，在上述各火器库中，还存有在战场上缴获的数千支（门）俄军使用的枪炮。

三、平定噶尔丹与创建火器营

康熙二十九年至三十五年（1690—1696年），清廷两次发兵平定噶尔丹的叛乱，并在其间创建了火器营。

1. 清军以火炮击破准噶尔军的“驼城”

康熙二十九年五月，准噶尔部首领噶尔丹借口追击喀尔喀部蒙古，率军30 000（一说20 000）自库楞湖（今呼伦湖）沿大兴安岭西麓南下，兵锋直抵乌珠穆沁（今属内蒙古）。七月初，清廷发兵100 000，分左右两路出击，康熙帝亲率禁旅进驻博洛和屯（今内蒙古正蓝旗南）督战。清右路军在乌珠穆沁与准噶尔军交战失利后南退。准噶尔军乘势长驱至乌兰布通与清左路军相遇。康熙帝于七月十九日，令左右两路军会同阻击准噶尔军于高凉河（沙拉木伦河上游支流北），令康亲王杰书移师归化（今呼和浩特），断敌归路。噶尔丹下令将万余头骆驼缚足卧地，背上加箱笼，蒙以湿毡，成为“驼城”。士兵依托箱垛，以弓矢、火器射击清军。清军以火器部队为前列，步兵继后，骑兵为两翼。八月初一日，清军集中火炮实施密集轰击，大破“驼城”，随后步兵正面冲杀，骑兵从两翼夹击，准噶尔军伤亡甚重。噶尔丹以乞和为缓兵之计，乘夜北逃。清军的火炮在作战中发挥了重要作用，史称此为“乌兰布通之战”。

2. 创建火器营

乌兰布通之战后，玄烨总结经验，为在作战中能充分发扬清军的火力优势，于康熙三十年（1691年）对火器的使用制度，作了若干改革。首先，他下令将现有的火炮，按每旗5门子母炮的数量，分给满洲八旗使用，以保证作战训练的需要。其次，将八旗大炮运交宣化、大同各40门，其中制于康熙二十八年的神功将军炮16门，制于康熙二十年的神威将军炮24门，并配发铅、铁弹丸10 000枚，

① 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第982页。

② 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第982页。



以备使用，所需火药由附近各州县制造交营。其三，将多余的大小火炮集中贮存于汉军八旗炮局内备用；其四，创建一支由朝廷掌握的集中使用火器的部队。

火器营系挑选满洲、蒙古八旗中操持火器的士兵编成，分鸟枪护军与炮甲两种。额定满洲、蒙古每佐领下抽鸟枪护军6人、炮甲1人，分内外两营操演。在城内的称内火器营，分习枪、习炮两营。在城外蓝靛厂的称外火器营，专习鸟枪。内外火器营共编鸟枪护军5 200多人、炮甲880多人、养育兵1 650人（备补充鸟枪护军），共7 730多人。统领火器营的最高长官有掌印总统大臣1人、总统大臣若干人。所辖内外火器营各设翼长1人、署翼长营总1人、营长3人、鸟枪护军参领4人、副鸟枪护军参领8人、署鸟枪护军参领16人，分掌内外两营训练事务。火器营建成后，使清军在全国范围内形成了以火器营炮兵、京师八旗炮兵、各省驻防八旗炮兵及绿营炮兵等构成的炮兵力量，具有较强的威慑作用。为了提高火器营官兵的战斗力，当时制订了春操训练制度：每年春天，各旗出火炮10门，火器营兵1 500名；汉军每旗出火炮10门，鸟枪兵1 500名，进行枪炮射击演习。上述各项措施，为康熙三十五年再次平定噶尔丹的叛乱创造了条件。

3. 清军以火炮大败准噶尔军

康熙二十九年（1690年），准噶尔军在乌兰布通战败后，退据科布多（在今蒙古国西部），其首领噶尔丹召集旧部，勾结沙俄，图谋再举。康熙三十四年九月，噶尔丹率骑兵30 000，东掠至巴颜乌兰（今乌兰巴托东南）以东地区。三十五年二月，清军发兵100 000分东中西三路出击：东路由黑龙江将军萨布素率兵9 000,越兴安岭西进；西路由抚远大将军费扬古等率兵46 000，出归化（今呼和浩特）、宁夏（今银川），至翁金河（今蒙古国德勒格尔杭盖西）后北上；康熙帝自率中路军34 000出独石口（今河北赤城北）。出征时，由火器营同装备大量枪炮的满洲炮兵、汉军炮兵编成主力部队。其中满洲炮兵每旗装备马驮子母炮5门，汉军炮兵每旗装备马驮子母炮9门、龙炮1门，左右两翼各配冲天炮1门。同时命大同、宣府炮队各携神威将军炮48门，分赴西路和中路协同作战。五月十三日，清军西路进抵昭莫多，费扬古部署伏兵，引诱噶尔丹部进至昭莫多设伏地域。清军见敌军中伏，便以居高临下之势，一时众炮齐发，冲天炮炮弹从天而降，叛军顿时大乱。清军乘势奋击，上下夹攻，斩杀3 000余人，俘获数百人，噶尔丹仅率数十骑西遁，余部纷纷逃散。此战，清廷动用炮兵部队的数量与规模都是空前的，炮兵在作战中显示了强大的威力。

据《清朝文献通考》卷一九四记载，康熙年间（1662—1722年）共制造大小各型铜铁火炮900余门（不包括各地制造的火炮），濯灵厂每年生产火药500 000斤。这些火炮装备清军炮兵与火器营后，在平定三藩叛乱、统一台湾、收复雅克萨、平定准噶尔叛乱等重要战役中，为巩固和发展清王朝的统一和国家领土的完整，发挥了重要的作用。

第五节 雍正至道光时期的火炮制造与使用

自康熙后期减少火炮制造后，清代的火炮制造便日趋滑坡之势，其用炮的重



点大抵都是镇压农民起义、少数民族起义，以及平定少数民族上层分子的叛乱。在这些战争中，同作战对象相比，清军的火炮与鸟枪等火器都处于优势地位，所以能每战必胜，每攻必克，所向无敌。也正因此，清廷的火炮制造技术也就停留在既往已经达到的水平上，很少有突破性的创造。

一、雍正年间的火炮制造与使用

雍正年间，由于战争都在西北少数民族地区进行，使用火器较少，军事训练的重点也开始转移。

1. 军事训练重点开始转移

雍正四年（1726年），朝廷将康熙年间所定每年在卢沟桥进行一次枪炮演放的制度，改为三年一次①。雍正五年，又“以满洲夙重骑射，不可专习鸟枪而废弓矢，有马上枪箭熟习者，勉以优等”②。雍正十年，朝廷规定守边部队只需专习骑射长枪③。于是官兵纷纷弃习枪炮而尚弓矢，火器研制随之减弱。

2. 以贮存火炮拨给各地驻军使用

由于新铸火炮甚少，所以雍正朝廷无法给各地驻军更换新型火炮，只能将库存的子母炮、神功炮、神威炮等拨给各地驻军使用。

雍正二年（1724年），清廷规定各地驻军将收存的大炮用于演练，以免锈蚀报废④。雍正三年，清廷将库存的子母炮发给一些地方的驻军使用，其中成都24门，荆州（今湖北江陵）240门（当时荆州开有6处城门，每门备子母炮40门、发贡1门），江宁（今江苏南京）之仪凤、朝阳、太平三处城门共24门（每处城门给8门，另给发贡5门），京口驻防汉军八旗每旗2门（共16门）⑤。雍正五年，清廷因盛京（今辽宁沈阳）为陪都，宁古塔（今吉林宁安）与黑龙江（今黑龙江黑河市南，原黑龙江城系指瑷珲）二处地理位置重要，各备子母炮100门；沿海与沿边、直隶重要城市与隘口、沿海水师旧有之火炮仍旧保留，次要处所的火炮则收回存贮，需要使用时再发给⑥。雍正十年，给青州府（府治今山东益都）驻军增拨子母炮16门⑦。

雍正朝廷对于北部沿边重要隘口，除配备子母炮外，也只能装备一些神功将军炮与神威将军炮等。雍正十一年（1733年），清廷批准将宣化镇（今河北宣化）收存的40门大炮，拨给张家口、独石口（今河北独石口）二处神功炮各2门、神威炮各4门；拨给柴沟堡（今属河北）、龙门（今河北龙门所）二处神功炮与神威炮各2门。同年，还令将大同镇收存的大炮，一律发给山西沿边要隘的驻军使用⑧。雍正十三年，清廷命令将大同镇所贮存的127门子母炮，以及神功炮、神威

① 《清史稿》卷一三九《兵十·训练》，《清史稿》十四，第4123页。
② 《清史稿》卷一三九《兵十·训练》，《清史稿》十四，第4124页。
③ 《清史稿》卷一三九《兵十·训练》，《清史稿》十四，第4123页。
④ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6589页。
⑤ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6589页。
⑥ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6589页。
⑦ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6589页。
⑧ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·火器·军器》，《清朝文献通考》（二），第6589页。



炮等，要区别对待，或继续使用，或将锈蚀者销毁，并将处理情况报工部备案[①]。由此可见，雍正年间各地驻军所使用的大多是库存旧炮，新炮甚少。

3．新制造的火炮

雍正年间新制造的火炮有两种：一是威远将军炮；二是子母炮，都是康熙同类炮的复制品。

雍正五年，工部造威远将军铁炮10门。炮长1.77尺，重45斤，装填火药14两，发射28两重的铅丸[②]。威远将军炮系短管曲射炮，利于在山地中作战。

雍正五年，工部制造了三类子母炮：鋄金子母铁炮17门，鋄银子母铁炮14门，子母铁炮3门。三者共34门。

第一类鋄金子母铁炮有3种共17门。它们身长5.05~5.5尺，重36~48斤，装药1.3~2两，发射2.56~4两重的铅丸。

第二类鋄银子母铁炮有2种共14门。它们身长5.05~5.2尺，重36~48斤，装药1.3~2两，发射2.56~4两重的铅丸。

第三类子母铁炮有2种共3门。它们身长5.05~5.2尺，重36~48斤，装药1.3~2两，发射2.56~4两重的铅丸。

这三类子母炮都是射速较快的轻型火炮，便于安置在要道隘口中使用，利于射杀密集进攻之敌与封锁要道隘口。雍正年间，清军在平定青海罗卜藏丹津叛乱，大败卫拉特蒙古准噶尔军的作战中，都使用了子母炮与威远炮等轻型火炮与短管曲射火炮。

4．清军在柴达木之战中的火炮使用

雍正元年（1723年）五月，青海卫拉特蒙古和硕特部首领罗卜藏丹津，欲总掌青海与西藏诸部，便胁迫诸台吉[③]于察罕托罗海（今青海境内日月山之西）会盟，自称达赖浑台吉，集众20余万，发动武装叛乱。十月，年羹尧率部自甘州（今甘肃张掖）至西宁疏请进剿，雍正帝特授年羹尧为抚远大将军，四川提督岳钟琪参赞军务，征调川陕官兵前往平叛。当年羹尧初至西宁大军未集时，罗卜藏丹津趁机发动进攻，先破附近诸堡，随后移兵西宁。年羹尧率左右数十人稳坐城楼督战，其余清军据城坚守。罗部便稍事引退，转围南堡，以卓子土蕃兵当前队。年羹尧即下令守城，清军发射火炮，土蕃兵死伤甚多[④]。其时，恰好岳钟琪率部赶至，直攻敌营，罗卜藏丹津率部约100 000人西逃柴达木（今青海霍鲁逊河东南），企图负隅顽抗。

清军初战获胜后，年羹尧即采取多种措施，为彻底平叛预作准备。其中一条重要措施就是请求朝廷调拨火炮，配发“景山所制火药一百驼，驼以一百八十斤计”。清廷不但批准了年羹尧的请求，而且数量加倍[⑤]。雍正二年（1724年）正

① 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·火器·军器》，《清朝文献通考》（二），第6589页。

② 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·火器·军器》，《清朝文献通考》（二），第6589页。

③ 台吉：蒙古贵族的称号。源出汉语“太子”。明代已有此称号。清代沿用为爵位名称，分四等，用来封赠蒙古及西北边疆地区一些少数民族的首领，位在王、贝勒、贝子、公之下。

④ 《清史稿》卷二九五《年羹尧传》，《清史稿》三十四，第10359页。

⑤ 《清史稿》卷二九五《年羹尧传》，《清史稿》三十四，第10360页。



月，雍正帝以罗卜藏丹津负国，叛逆之罪不可轻饶，决定再集大军，分北、中、南三路进剿罗部叛军。二月初八日，岳钟琪亲自率南路大军自西宁起程，进击叛军大本营，途中获叛军首领多名，知叛军主力驻营腾吉里克（今霍鲁逊湖东南），即遣兵1 000急趋柴达木，截断叛军往准噶尔之路。岳钟琪率部乘夜急进160里，于二十二日拂晓直捣叛军营帐，罗卜藏丹津易妇人服骑白骆驼逃遁。岳钟琪率部自河源向西南日行300里，追击数日不获而还。罗卜藏丹津已横越戈壁北投准噶尔部。此战，罗卜藏丹津部没有火器，所以清军的火炮在作战中发挥了一定的作用。

二、乾隆年间的火炮制造与使用

乾隆年间的火炮制造与使用，主要集中在清军同一些少数民族上层叛乱分子之间的战争中，其中尤以平定大小金川的战争为多。

1. 大小金川的平定

大小金川地处四川西北部，山高水险，约有30 000户藏民居住。乾隆十二年（1747年），大金川（今四川金川）安抚司莎罗奔为扩张势力，起兵攻掠革布什机和明正两土司所辖地区，并反叛清廷。清廷自当年年初起，先后派四川巡抚纪山、云贵总督张广泗、大学士讷亲、大学士傅恒等四次统兵，携九节十成炮、子母炮、劈山炮、威远炮、制胜炮等，前往弹压。至十四年初，清军分两路围攻大金川官寨勒乌围。莎罗奔举寨降，获清廷赦免，仍为土司，第一次平定大金川之战结束。

乾隆三十六年四月，大小金川土司又联兵反清。清廷即派四川总督阿尔泰率军前往征讨，因其在打箭炉（今四川康定）按兵半载不进而被治罪，并以大学士温福再度统兵出征。温福除随军携带火炮外，还在军营中设炮局，铸造700～800斤及1 000～4 000斤重的火炮轰击金川兵的碉寨。乾隆三十七年（1772年）十二月，参战大臣阿桂率部进至底木达，小金川因首领泽旺降清而告平定。三十八年六月，大金川兵攻清军底木达兵营，又于木果木大败清军。温福中枪死，小金川又得而复失。三十八年十月，乾隆帝调健锐营、火器营等数万清军，并于三十九年七月聘一名西方铸炮匠师，赶赴前线铸造上百门冲天炮及大、二、三、四号将军炮，加强轰击力，轰击大金川首领的官寨勒乌围，并将他们逼至噶尔崖城。四十一年二月初四日，大金川头目索诺木率2 000余众出降。第二次平定大金川之战结束。

2. 清军在金川之战中使用的火炮

清军在金川之战中使用的火炮已如上述，其中新制的九节十成炮在《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·铸炮》中有所记载：

> 乾隆十三年（1748年），高宗纯皇帝平定金川，制九节十成炮，铸以铜，前后若一，前分九节，后加底，各有螺旋，以便分负涉险，用时合成。重自七百九十斤至七百九十八斤。长自五尺一寸至六尺九寸。底环螭三，每节饰兽面三，分镌重若干。用药自一斤四两至一斤八两。铁子二斤八两。载以四轮车，通髹朱。轸平，施轮处稍阔。长六尺一寸。中加立木，半规以承炮。立木左右为铁柱，夹炮。右柱长，倍左，曲向前。加立表以为准，板轮，不施辐（图3-3-7）。

由此可见，这是当时工部专为山地攻碉作战而铸造的特种火炮，炮身与炮车

都与其他火炮不同。阿尔泰因知其作用而于乾隆三十三年（1768 年）铸造了 10 门①，并于乾隆三十六年携带 4 门至金川前线。

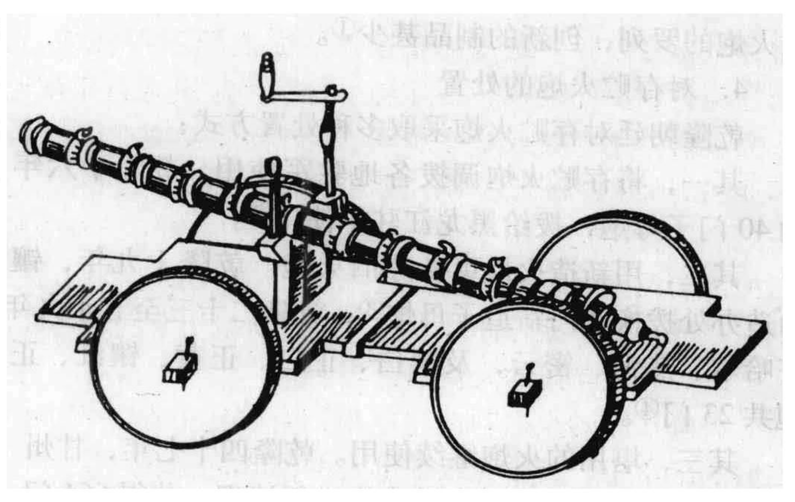


图 3-3-7 九节十成炮

冲天炮，系康熙二十九年（1690 年）制造的一种短管曲射炮，曾于昭莫多之战中发挥了很好的作用。在清军第二次平定大小金川之战中，又发挥了较大的作用。据温福称：山地攻剿，鸟枪之利十居一二，炮位之利十居八九。在各种火炮中，尤以冲天炮最为得力，是用曲射方式攻破石碉的利器。

重 4 000 ~ 1 000 斤的大将军炮、二将军炮、三将军炮、四将军炮与劈山炮，则是用于轰毁和炸碎坚固石碉的重型火炮，因其炮身笨重，不易长途搬运，故乾隆帝特命中外高明的铸炮工匠，驰赴前线铸造，就地设置火炮阵地，进行测量演射②，这在清代前期尚属首次。

除大型火炮外，清军还携带了制胜将军炮、威远将军炮、牛腿炮、子母炮等中小型火炮，藉以辅助大型火炮对碉寨群的轰击。

据金川附近土著居民称，清军火炮所需要的火药，除工部调拨的军需火药外，也有相当一部分是就地取材配制而成的：硝是各处都有的，硫黄是在刮耳崖寨对面过甲儿擦克角地方采出的，铅子是从当地眉矿里取原料制出的。

3．工部及各地制造的火炮

乾隆朝廷除为战事制造火炮外，也应各地之请，由工部或地方制造一定数量的火炮，但大多是康熙年间所制火炮的再复制，其间创新甚少。如乾隆二十三年（1758 年），清廷应甘肃之请，招募良匠，就地制造大神炮二三十门③。乾隆四十九年，清廷陕甘总督制造大神炮 17 门、劈山炮 104 门，调拨给哈密等驻军使用④。

乾隆二十一年，乾隆《钦定工部则例造火器式》颁布，列有工部和各地制造的神威炮、威远炮、得胜炮、子母炮等 85 种炮名，大多是明末至乾隆二十年的旧

① 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16128 页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16128 ~ 16129 页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16128 页。大神炮是当时清廷对康熙年间制造的神威无敌大将军炮、神威大将军炮、神威将军炮、神功将军炮等 4 种“神”字头火炮的称呼，又称“四大神炮”。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16130 页。



式火炮的罗列，创新的制品甚少①。

4. 对存贮火炮的处置

乾隆朝廷对存贮火炮采取多种处置方式：

其一，将存贮火炮调拨各地驻军使用。乾隆十六年，兵部将八旗汉军炮局内的40门子母炮，拨给黑龙江驻军使用②。

其二，用新造火炮更换陈旧火炮。乾隆十九年，镶黄、正白二旗火器营，各由造办处拨换3门新造子母炮③；乾隆二十三至五十九年，由造办处给黑龙江、齐齐哈尔、热河、密云，及镶白、正白、正黄、镶红、正蓝旗等地驻军，拨换子母炮共23门④。

其三，堪用的火炮继续使用。乾隆四十七年，甘州（今甘肃张掖）、固原（今宁夏固原）两地驻军对存贮火炮进行清理，共得664门，其中堪用者有133门，内大神威炮61门，大将军炮、红衣炮、雷公炮等火炮72门。朝廷即批示将这133门火炮充当大神威炮之数，分拨给该二州下属驻军使用⑤。

其四，将存贮火炮充作训练炮用。乾隆四十七年，清廷命陕西、甘肃两省驻军副将以下各营，共存贮子母、威远、滴珠等堪作演试用的小炮2 613门，供试射时使用⑥。

其五，将旧炮进行修理改造。乾隆四十八年（1783年），工部对北京正阳等16门存贮的814门火炮进行修理，添安准星、照门，修磨去锈，除2门铜炮因火门冲坏而熔化销毁外，其余均继续使用⑦。

其六，将废旧炮熔化后作铜铁原料。乾隆三十九年，清廷因盛京城需用铜铁材料，即命将该处驻军所贮大小锈蚀铜铁炮39门、鸟枪1 338支、炮子2 800个，熔化备用⑧。乾隆四十七年，清廷又命陕西、甘肃二省驻军，将废炮熔化使用⑨。

5. 少数民族的火器制造与使用

在清前期的文献中，有关少数民族制造与使用火器的记载较少，但在乾隆二十三至二十四年，清军平定新疆回部（清代对新疆南部维吾尔族聚居区的通称）

---

① 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6589～6590页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16127页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16127～16128页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16128～16130页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16129页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16129页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。

⑧ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16129页。

⑨ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16129页。



首领大、小和卓的叛乱中，却有所反映。

乾隆二十一年，小和卓杀害清廷前往招抚的副都统阿敏道，自立为巴图尔汗，与大和卓一起集众数十万叛乱。乾隆二十三年二月，清廷命雅尔哈善为靖逆将军，率满汉军万余人携威远炮及“四大神炮”自吐鲁番出征。五月，清军围库车。大、小和卓率万余鸟枪兵自阿克苏前来赴援，被清军击败后退守库车，又乘雅尔哈善疏于防范而分别逃至喀什噶尔（今新疆喀什）、叶尔羌（今新疆沙车）。清廷以雅尔哈善贻误军机而将其处死。十月，定边将军兆惠率步骑4 000余至叶尔羌，初虽获胜，但因兵少不能破城而于城东结“黑水营”待援。叛军万余人即围黑水营，并用火炮实施轰击。清军困守3个月，伤亡甚众。乾隆二十四年正月，清定边右副将军富德率步骑3 000自乌鲁木齐来援，击败叛军后渡叶尔羌河。兆惠亦率部突围，与富德部会师。六月，兆惠与富德各率15 000清军，分别进攻喀什噶尔和叶尔羌。大、小和卓弃城南逃，越葱岭西遁，于八月被巴达克山部首领素勒坦沙执杀。大、小和卓被平，清军缴获甚多，其中“回炮”被作为战利品的标志之一，记于《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·铸炮》中：

> 二十四年，高祖纯皇帝平定西域，得回炮。（炮身）铸以铁，前弇后丰，长五尺，隆起七道。素铁火机，下属于鞍。木质，蒙以革，橐驼负之，遐方异制，克助虏功。命藏于紫光阁，以纪武成（图3－3－8）。

从记载中可知，回炮是一种安于骆驼背上驮运，进行随军机动作战的轻型火炮，用火绳点火发射，从一个侧面反映了当时维吾尔族制造与使用火炮的状况。

图3－3－8　回炮

三、嘉庆年间的火炮制造与使用

嘉庆年间，清廷除继续对以往存贮的火炮进行修整、调配，以维持京畿和各地驻军的需要外，由于东南沿海的鸦片、硝磺和钢铁的走私贸易日渐增多，打击走私和缉捕海盗的任务逐渐加重，于是火炮制造与装备的重点便逐渐转移至东南沿海，改善沿海要塞和水师的火炮装备已日益明显地表现出来。

1. 改善沿海要塞炮台装备的火炮

嘉庆三年（1798年），清廷在金州（今辽宁金县）羊头洼海口，建筑了1座炮台，安设1门海岸炮①。嘉庆四年，又在旅顺口黄金山西南峰下建炮台1座，安海岸炮1门；在盖州（今辽宁盖县）连云岛海口西南西套处建炮台1座，安海岸炮1门②。

厦门郑成功纪念馆，收藏了不少制于嘉庆至道光年间的海岸炮（照片28）。其中有一门炮身的前部铸有：

> 嘉庆十一年夏奉

---

① 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。



闽浙总督部堂阿①
福建巡抚部院温②
铸造大炮一位重一千五百斤

此炮的炮身长235厘米，口径28厘米，长度为口径的8.5倍，长度与口径的比值属守城炮系列范围，故被安于厦门海口，作为海岸炮使用。

2. 改善沿海水师战船装备的火炮

嘉庆四年，造办处给驻金州水师营调拨铁子母炮19门。嘉庆五年，造办处又给驻金州水师营调换铁子母炮9门。同年，驻熊岳（今辽宁熊岳城）水师营添设战船4艘，造办处给调配船用铁子母炮24门，平均每船装备6门③。

嘉庆十年，朝廷鉴于台湾水师至关重要，批准建造梭船3艘，并按装备需要如数制造船用火炮。嘉庆二十二年，天津海口增加了集字号大同安梭船和一号同安梭船。朝廷下令给前者装备2 400斤重红衣炮2门、2 000斤重红衣炮2门、1 500斤重红衣炮4门、800斤重洗笨炮（炮名特殊）1门、140斤重劈山炮16门；给后者装备1 000斤重红衣炮2门、800斤重红衣炮2门、500斤重劈山炮2门、100斤重劈山炮4门、80斤重劈山炮4门④。天津是京畿的门户，所以朝廷给天津水师装备了大型战船，又给每艘大型战船上装备了大中小相结合的各型船炮，使其具有较强的火力优势。

起始于嘉庆年间添造海岸炮与船炮的势头，随着海警的日益严重，至道光年间又有新的发展。

四、道光年间的火炮制造与使用

嘉庆年以前，清军的战事都在内陆和南、西、北等边远地区，所需火炮大多由工部统一安排制造后，调拨给前线和各地驻军。自嘉庆年起至道光年间，清军的战事和设防的重点已转移至东南沿海地区，火炮制造的重点也随之转移到沿海各省所设立的铸炮局，所铸火炮也以海岸炮和船炮为多。随着火炮使用的增多，火炮铸造技术也出现了较大的进步。道光二十年（1840年），在浙江省城铸炮局主持造炮事宜的龚振麟，便创造了铁模铸炮法。

1. 海岸炮的大量制造

19世纪20年代，英国对华的鸦片走私已经十分猖獗，广东等沿海地区的形势相当严峻。清廷对此也采取了建炮台、造火炮等防御措施，以加强沿海各要塞区的守备能力。据关天培所撰《筹海初集》、《筹办夷务始末·道光朝》（二）、《钦定大清会典事例》卷八九四与卷八九九等史籍记载的不完全统计，当时沿海各要

① 据查钱实甫编《清代职官年表》二《总督年表》和《巡抚年表》，嘉庆十一年五月，阿林保任闽浙总督；十一年，温承惠任福建巡抚；阿、温即指此二人。见中华书局1980年版《清代职官年表》二，第1443、1655页。以下引此书时均同此版本。

② 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130～16131页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130～16131页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130～16131页。



塞区装备的海岸炮有：广东虎门212门[①]，福建厦门279门，浙江定海70门、镇海86门、乍浦30门、上海宝山和吴淞240门，天津大沽口344门，山海关22门[②]，宁远、锦州、牛庄、盖州、熊岳、复州、金州（今辽宁兴城、锦州、牛庄、盖县、熊岳、复州、金县等环渤海湾北部地区各要塞）等地共123门[③]。这些火炮不少是新铸的1 500～9 000斤重型火炮，详情虽不能逐一考证，但从《钦定大清会典事例》卷八九四中的一则记载，可从一个侧面知其大概：

> 道光二十一年谕，盛京新铸炮位，其二千五百斤、三千斤、四千斤、五千斤、八千斤者，著命名巩定将军。一千斤、一千五百斤者，著命名振武（将军）。

旅顺博物馆收藏了1门用于金州城防的火炮，长310厘米，口径13.5厘米，炮身有铭文："大清道光二十一年六月吉日。"此炮似为上述"盛京新铸炮位"之一。

1980年夏，解放军驻沪某部在清理吴淞口炮台遗址时，出土了2门制于道光二十一年的火炮，其中1门炮身上铸有"平夷靖寇将军"等字样，是江南提督陈化成在上海抗英修建炮台时所安装的1门海岸炮。

上述火炮虽有大小轻重的差异，但在形制构造上都属于红衣炮的系列。这种系列的火炮在咸丰年间仍多有制造。如福建郑成功纪念馆收藏有咸丰二年（1852年）制造的1门火炮，炮身刻有："咸丰二年奉 闽浙总督部堂季[④] 福建巡抚部院王[⑤] 铸造大炮重一千斤。"至咸丰六年，所制类似构造的重型火炮竟达8 000～10 000斤，钦定名号为"武威制胜大将军"。其中10 000斤铜炮长1.1丈、口径1.4尺、膛口5.7寸、装药10斤、铅弹31斤；9 000斤铜炮长1.1丈、口径1.3尺、膛口5.5寸、装药9斤、铅弹27斤；8 000斤铜炮长1.1丈、口径1.25尺、膛口5.1寸、装药8斤、铅弹2.2斤[⑥]。次年，这些火炮便调拨给火器营汉军八旗使用[⑦]。

除海岸炮外，当时还制造了不少船用火炮，以及内地和边远地区的城防火炮与野战用炮，它们同嘉庆年以前制造的同类火炮大致相似。

清廷中央和地方火炮制造部门，在鸦片战争期间制造的众多大型、重型火炮，为什么没能抵挡住英国侵略者"坚船利炮"的轰击呢？其原因甚多。仅就火炮制

---

① 清·关天培撰：《筹海初集》卷一《重勘虎门炮台筹议节略稿》，第15～20页。

② 《筹办夷务始末·道光朝》（二），第879～880、963、1088、1144、1069～1071、1433～1436、1256页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16134页。

④ 据查钱甫编《清代职官年表》二《总督年表》和《巡抚年表》，咸丰二年，季芝昌任闽浙总督，铭文中的"闽浙总督部堂季"即指此人。见《清代职官年表》二，第1470页。

⑤ 据查钱甫编《清代职官年表》二《总督年表》和《巡抚年表》，所记咸丰二年，王懿德任福建巡抚，铭文中的"巡抚部院王"即指此人。见《清代职官年表》二，第1696页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八九四《工部·军火·铸炮》，《钦定大清会典事例》（二十），第16087页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16136页。



造与使用本身而言，最主要的是当时的统兵大员和造炮人员，对提高火炮威力存在着认识上的片面性。他们误以为要提高火炮的威力，只有将炮管加粗、加长、加厚、加大，因此造成火炮越造越重，难以搬运和机动，发射速度慢，不利于作战。其实火炮威力的增加并不与炮身的加重成简单的正比关系，而是与炮管所用钢材或铜材的质量、构造的科学合理、发射机制、火药的精纯度、制造工艺、使用方法等多种因素有关，而这些正是当时所铸火炮的弱项。如关天培于道光十五年（1835 年）请造的 59 门重型海岸炮，竟炸裂了 10 门[①]，可见其钢材质量之差。至于当时所用的火药，又多因吸湿转潮而发射无力。再加上当时所制火炮的形制构造与发射机制，大抵又是明清之际红衣炮的沿袭，所以其威力也就不会有明显的提高。

2. 火炮研制的初步改进

最早的改进者是第一次鸦片战争期间的火炮研制家龚振麟。他的生卒年月、籍贯、字号均不详。道光十九年（1839 年），他在浙江嘉兴县上任，因勤敏聪颖、素有巧思而闻名一方。道光二十年九月，两江总督裕谦在浙江省城设立铸炮局，由龚振麟和浙江余姚知县汪仲洋、镇海粮台鹿泽长等主管铸炮之事，承担了数十门 3 000 ~ 8 000 斤重火炮的铸造任务。为了加快火炮的铸造速度与降低造价，他于次年改土模铸炮法为铁模铸炮法。其法有很多优越性：铁模可多次使用，工料费多有节省；不用清洗炮膛，减少了膛内滞涩的弊端；消除了泥模铸炮的土模难制、费时太长、耗工太多、不能多次使用、价格昂贵、炮模壁内多蜂窝、容易炸裂等缺陷，提高了所铸火炮的质量。至道光二十一年（1841 年）九月，浙东之战前夕，已按新法铸成 120 多门火炮。首都博物馆收藏了 1 门由龚振麟监造的火炮，炮身的铭文至今仍大多清晰可见：

大清道光二十二年岁次壬寅仲春
吉日　浙江嘉兴县丞龚振麟　两
浙玉泉场大使刘景雯　监造试放
□……□

此炮前细后粗，锥度较大，火门呈长方形隆起，口沿、照门、耳轴、尾球冠等部位均有残损毁坏。经文物保管部门测量，此炮口径 120 毫米、炮口壁厚 52 毫米、全长 1 400 毫米、膛长 1 215 毫米、炮管底径约 420 毫米，是研究道光年间所铸火炮的珍贵实物。当年，他还受林则徐的委托，在浙江镇海铸炮局内铸造了 1 门 8 000 斤重的巨炮，并随之创制了磨盘形枢机新式炮架，用于安置巨炮，可旋转发射，扩大了巨炮的射界。同时又铸造了车载式枢机炮架，改善了火炮的机动性。这两种炮架的制成，大大方便了 5 000 ~ 10 000 斤火炮的操作与射击。与此同时，他又写成《铸炮铁模图说》一文，印发沿海各省驻军参用。他在书中对火炮各部的构造数据作了深入的研究。他除按口径为基数，以一定比例倍数设计火炮各部件外，并对以炮耳轴为中线，分火炮前后为 4 比 6 的数据作了修正。据他推算，自

① 《钦定大清会典事例》卷八九九《工部·军火·直省火器二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16132 页。

炮耳中轴线至炮口与至尾端之比为5.8：4.2的火炮，搁置在炮架上最为稳定。

咸丰四年（1854年）七月，曾国藩奏请朝廷，调龚振麟（时任浙江候补知县）及其子龚芸棠至湖北造炮。后其又在曾国藩创立的安庆内军械所任船炮制造之事。他先后将研究成果写成《制铁模法》、《铁模铸炮法》、《铁模全图说》、《枢机炮架图说》等文章，被魏源收录于《海国图志》卷八六与卷八七中。

除龚振麟外，当时的汪仲洋、丁拱辰和黄冕等人，对火炮的研究都有新的进展，其中汪仲洋在《铸炮说》中，对火炮各部同口径的比例、铸炮材料、射程与射角的关系、发射规定和炮架的设计，都作了全面的分析研究。这些在《海国图志》卷八七中都有较详细的记载。

第六节　清前期火炮的分类及其他火器的制造

清前期的火炮一般以炮身重量区分为轻重两种类型，通常以500斤（也有以400斤）为界，500斤以上为重型，500斤以下为轻型。此外还有一种类型为短管炮，即臼炮的前身。清前期在制造数量较多的火炮时，还对配用的炮弹制造技术、火炮搬运器械的制造技术，作了不少的改进。此外还制造了具有较大摧毁力的地雷和水雷等爆炸性火器。

一、重型火炮

清前期的重型火炮，除前面已经提到的天佑助威大将军炮、神威大将军炮、神威无敌大将军炮、九节十成炮、红衣大铁炮、红衣大铜炮、巩定将军炮、振武将军炮、威武制胜大将军炮外，还有武成（一作武城）永固大将军炮、神功将军炮、法攻炮等①。

1．武成永固大将军炮

武成永固大将军炮制于康熙二十八年（1689年），共制造61门。《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》② 载有其图式（图3-3-9）与说明：

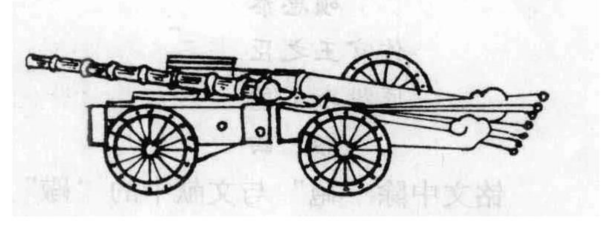


图3-3-9　武成永固大将军炮

武成永固大将军炮，前弇后丰，底如竹节。重自三千六百斤至七千斤，长自九尺六寸至一丈一尺一寸。杂锲花纹、蕉叶文、回文，隆起十道，皆锲星文，近口为照星。底左右镌："大清康熙二十八年铸造，武成永固大将军，用药十斤，生铁砲子二十斤，星高四分九厘。制法官南怀仁，监造官佛保、硕思泰，作官王之臣，匠役李文德、颜四。满、汉文。小者受药五斤，铁子十斤。载以四轮车，辕长一丈五尺，铁环七。"

从"制法官南怀仁"的铭文可知，此炮的构造系南怀仁生前所设计，在其死后两年铸成，是南氏为清廷设计火炮的巅峰之作，也是融当时中西铸炮技术于一

① 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第977～979、981、983页。

② 《清会典图》卷九八《武备八·枪炮一》，《清会典图》（上），第977页。



体的制品。铭文所记载的形制构造当是这61门武成永固大将军炮的共同特点，但其各部构造数据与所锲的花纹，则是同类炮中某一门或某几门的代表，其他则可能因炮身的大小而异，未必而且也不可能拘于一律，况且制造之误差、测量之不准也在所难免。

武成永固大将军炮同清前期所制的其他大型火炮一样，大多用作攻城、守城、岸防和舰载火炮。武成永固大将军炮制成之后，并没有见到在其他地方有使用的记载，或许被康熙帝下令安置于京城各门，以示京城永固、国家长安也未可知。又据乾隆四十八年（1783年）记载，当时曾对北京城正阳等16座城门存贮的814门铜铁炮进行修理，这61门武成永固大将军炮也可能就在其中①。光绪二十六年（1900年）七月，八国联军入侵北京，当时北京城各城门及城墙周围曾部署了900多门旧式火炮，有相当一部分武成永固大将军炮亦在其中，这些火炮中的精致完善者，也就被八国联军作为战利品劫掠而去。后来，人们通过不同的方式和渠道又发现了它们中的一部分。

中国历史博物馆收藏有1门铜铸武成永固大将军炮，保存仍然完好（照片29）。经实测：炮身全长362厘米、膛深330厘米、炮口内径15.5厘米、炮口外径46.15厘米，炮尾镌有满汉对照的铭文：

大清康熙二十八年铸造
武成永固大将军用药二斤
生铁砲子二十斤
（准）星高六分三厘
制法官南怀仁
监造官佛　保
　　　硕思泰
　作官王之臣
　匠役李文德
　　　颜　四

铭文中除“砲”与文献中的“礮”不同，以及“星高六分三厘”与文献中的“星高四分九厘”两处不同外，其余部分同《清会典图》所记完全相同。此炮铜质精良，铸工精致，装饰华丽，是现存明末以来所铸火炮中的最佳作品，现陈列于天安门内端门与午门之间的广场上。此炮曾在八国联军侵华战争中，被德军劫掠至北京东交民巷德国使馆内，第二次世界大战后交还中国，新中国成立后被中国历史博物馆所藏[10]。

参加八国联军侵华战争的日本军队，也趁机劫掠了一门武成永固大将军炮，后来被运到日本，存放于箱崎的八幡宫内。又据意大利学者吉·斯塔里（Giovanni Stary）考察，被八国联军劫掠的武成永固大将军炮，迄今为止，至少已经发现有12门，分别存放于意大利、德国、奥地利和匈牙利的博物馆中，希望它们有朝一

① 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。



日能够回归到故乡中国来。

2. 神功将军炮

神功将军炮亦制于康熙二十八年（1689年），共有80门，与神威无敌大将军炮、神威大将军炮、神威将军炮共称“四大神炮”。《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》载有其图式与说明：

> 神功将军炮，前弇后微丰，底如覆笠。重千斤，长七尺。不锲花纹，隆起五道，近口为照星。中镌：“大清康熙二十八年铸造，神功将军，用药一斤十二两，生铁炮子三斤八两，星高四分。制法官南怀仁，监造官佛保、硕思泰，作官王之臣，匠役李文德、颜四。汉文。载以三轮车，铁索承炮，辕长一丈二寸，辕间板轮一，不施辐。”

此炮同武成永固大将军炮一样，系南怀仁生前所设计，由同一监造官与工匠制于康熙二十八年。当时工部造炮机构，一年内已能铸造141门大型火炮，足见其造炮能力之大。神功将军炮制成后，即于康熙三十年由朝廷调拨32门，连同48门神威将军炮一起运至宣化、大同，两地驻军各得其半，分别使用①。雍正十一年（1733年），宣化镇驻军又给驻张家口、独石二口的下属部队，各调拨神功炮2门、神威炮4门；给柴沟、龙门二处，各调拨神功炮2门、神威炮2门②。嘉庆五年（1800年），造办处还对存贮于北京东便、右安、广渠、西便等4门的神功炮进行了修理③。这既说明神功炮使用年代之长，又说明清前期火炮更新周期之长，造炮技术进步之慢。

3. 法攻炮

在重型火炮中，法功炮的形制构造虽然也与其他火炮大致相近，但重量较轻，只有600斤，全长4.27尺，隆起8道，加星斗，载以双轮车④。

二、轻型火炮

清前期的轻型火炮，除前面已经提到的神威将军炮、龙炮、子母炮、信炮外，还有铁心铜炮⑤、制胜将军炮⑥、威远将军炮⑦、得胜炮⑧、严威炮⑨、奇炮⑩、神机炮⑪、神枢炮⑫等。

---

① 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16127页。

② 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16127页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。

④ 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第983页。

⑤ 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第981页。

⑥ 《清会典图》卷九八《武备八·枪炮一》，《清会典图》（上），第966页。

⑦ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第6588~6589页。

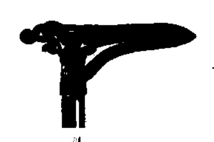
⑧ 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第979页。

⑨ 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第983页。

⑩ 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第986页。

⑪ 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第985页。

⑫ 《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三》，《清会典图》（上），第985页。



1. 铁心铜炮

铁心铜炮铸于康熙二十四年（1685 年），铜体铁心，共 85 门。各长 5.8 尺，重 100～120 斤，装药 2.4 两，铅子 4.5～5 两，载以四轮炮车，辕长 12.1 尺，辕端横木加铁环六。

2. 制胜将军炮

制胜将军铜炮制于康熙三十四年，共 48 门，有两种规格。第一种规格有 46 门：

> （炮身）前弇后丰，底分瓜棱。重五百斤，长五尺，不锲花纹，隆起四道，近口为照星。面镌："大清康熙三十四年，景山内御制制胜将军。用药一斤八两，生铁子三斤。星高五分，远放酌量加药，移与斗上眼用之。总管监造御前一等侍卫海青，监造官员外郎巴福寿，笔帖式硕思泰、噶尔图，匠役李文德、袁四。汉文。载以双轮车，通髹朱，横梁承炮，辕长一丈，前横木二道，轮各十有八辐。"

第二种规格有 2 门，各重 360 斤，长 5 尺，用铁弹 2 斤，火药 1 斤。

制胜将军炮与神威将军炮，都是适用于野战的长管直射炮，曾于乾隆十三年（1748 年）清军第二次平定金川之战开始被携往前线。

3. 威远将军炮

威远将军炮有两种制品。其一，制于康熙五十七年（1718 年），共 10 门，炮身为铜质，各长 3.1 尺，重 170 斤，铅子重 19 两。这类火炮，在山海关城楼上的兵器陈列室中存有 2 门（照片 30），炮身长 101 厘米和 100 厘米，口径 4 厘米和 5 厘米，口端外侧有唇沿，炮管前细后粗，底盖如覆盂，盖上有球珠，后部两侧各有炮耳横出，炮身下部有大插销，便于将炮安在架上。外表都刻有满、汉铭文：

> 大清康熙五十七年景山内，御制威远将军　总管景山炮鸟枪监造赵昌监造官员外郎张绳祖　笔帖式西尔格工部员外郎实相　笔帖式康格　匠役李文德

此外，故宫博物院也收藏有 1 门同年制造的威远将军铜炮，炮身长 107.5 厘米、口径 5 厘米，其形制构造与山海关陈列的威远将军铜炮相同。炮身外表也有满、汉铭文，其内容除"监造官员外郎阿兰泰　笔帖式杨天录"等字不同，以及没有工部员外郎实相笔帖式康格等字外，其余完全相同。

第二种规格的威远将军铜炮，制于康熙五十八年，炮身全长 3 尺，重 140 斤，发射 15 两重的铅弹。

两种规格的威远将军炮都大同小异，是适用于野战的轻型火炮。

4. 得胜炮

炮身用铜铸造，长 6.3 尺，重 365 斤，前细后粗，有 3 道箍，装药 6 两，铁子 12 两，两侧有炮耳。炮身架于双轮炮车上，车辕长 12.6 尺，前后长出车座外，两侧各有铁环，便于拖拉运载。轮在车身中部，各有 18 根辐条。

5. 严威炮

炮身用铁铸造，长 5 尺，重 310 斤，前细后粗，底如覆笠，不锲花纹，有 5 道箍，旁有双耳，装药 10 两，铁子 20 两，载以双轮车。

6. 奇炮



制于康熙二十四年，以铸铁为炮管，通底。炮身全长5.56尺，重30斤，安有瞄准装置。后加木柄，微曲而稍俯，可以开合，以纳子炮。每门奇炮附4个子炮，可轮流装填与发射。炮管中部向两侧各横出一个炮耳，通过铁盘可将炮管安于三脚架上进行发射。手握瓜形柄端，可以方便地调整射击方向和角度。北京故宫博物院藏有1门奇炮，炮管长180厘米，口内径27毫米。子炮呈锥形，长14厘米。口外径27毫米，重0.73千克。子炮装入膛内后，合上木柄，用铁钮固定，用火绳枪机点火发射。奇炮属子母炮系列，但从膛底装入子炮，用木柄、铁钮闭合，闭气性能较好。

7. 神枢炮和神机炮

两者都用铁铸造。神枢炮近似直筒形，前微细，后微丰，长2.65尺，有6道箍，无瞄准装置，载以四轮平板车，车板上三面有厢板围圈，是明代神机炮的简单仿制品。

神机炮与神枢炮的形制构造大同小异，炮身长2.47尺，有4道箍，箍间各段呈鼓形。嘉庆四年（1799年），工部曾将160门神枢炮改为得胜炮。原北京历史博物馆收藏了道光三年（1823年）制造的1门神机炮，长47.5厘米，口径13.5厘米，炮身刻有“道光三年九月制造”等字，其形制构造与清初制造的神机炮相似。

三、短管炮

短管大口径火炮即后世所说的臼炮，在清前期已经问世，其制品虽有冲天炮和威远将军炮（《清朝文献通考》卷一九四称威远大将军炮，又称冲天炮）两种名称，但在形制构造和发射方式上基本一致，主要用曲射方式毁杀城墙和高大建筑物后面的敌军人马，多用于攻城和毁击碉垒。有关冲天炮与威远炮的文献记载有多种，但有交错和混淆之处。李恒在《国朝耆献类证初编》卷120《词臣六》中称，戴梓曾奉康熙帝之命试制成冲天炮，因演试成功而被封为威远将军炮，并镌戴梓之名于炮上，“以示其不朽”（其实物至今未见）。此说将二炮之名集于一炮之身，两者同指一炮。《清史稿》卷505《戴梓传》则说，戴梓“奉命造子母炮，母送子出，坠而碎裂，如西洋炸炮。圣祖率诸臣亲临视之，赐名为威远将军，镌制者职名于炮”。联系《清朝文献通考》、《清会典图》的记载，以及北京故宫博物院内收藏的冲天炮实物，并参照有关战例，可知《清史稿》中说戴梓制造的是“子母炮”似为误传。

清代“冲天炮”之名，系根据该炮发射的特点而取定，最早制于康熙二十六年①。其后又多有制造，规格各有不同，或记为冲天炮，或记为威远炮，久而久之，便出现了两种系列而实具一个共同特点的火炮“短管炮”。现按文献的原始记载对这两种火炮分别加以论述。

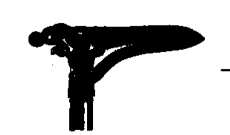
1. 冲天炮

康熙年间关于制造冲天炮的记载有三处。

其一，《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六・军器・火器》的记载：

---

① 史载，康熙帝曾命南怀仁试制冲天炮，未成。南怀仁又死于康熙二十六年，《清会典图》（上）在记述冲天炮和威远炮时，也未镌刻南怀仁之名，故可断定冲天炮为戴梓所创。



（康熙）二十六年造炮五位，钦定名为“威远大将军”（即冲天炮）。各长二尺一寸，重二百八十五斤至三百三十斤。生铁弹重二三十斤，大如瓜，中虚如穴，两耳有铁环。其法：先置火药于铁弹内，次用螺丝转木缠火药捻，裹以朝鲜贡纸，插入竹筒，入于弹内。下留药捻一二寸，以达火药。上留药捻六七寸，于弹外余空处亦塞满火药，间以木马，加土寸许，乃安铁弹于大膛，又加潮土数寸，以隔火。如放二百步至二百五十步，用药一斤；三百步，增二两；如放二三里，用药三斤。火门施烘药，次以炮尺高低度数，定放之远近。其最远在炮尺四十五度，本度上下若干，即减远若干。临时施放，先点弹口烘药捻，再速点火门烘药。

此记载除说明冲天炮创制的年代，以及康熙钦定的“威远大将军”外，还详细叙述了冲天炮的形制构造、长度、重量、装药与射程的关系、装填火药的方法、最远射程之45度射角，以及双点火发射方法。双点火发射，即发射时，射手先从炮口点燃炮弹的火捻，再迅速点燃火门上的火捻将炮弹射至敌方，再由炮弹上的火捻将弹内的火药点燃爆炸，产生较大的毁杀威力。

其二，同上书的另一则记载：

（康熙二十九年又造）铜冲天炮八位，各长二尺三寸，重五百六十斤，生铁弹重三十斤。

其三，《清会典图》卷一百《武备十·枪炮三·冲天炮图》的记载：

冲天炮，铁铸。前哆后歛，形如仰钟。重自三百斤至三百八十斤，长一尺九寸五分。隆其五道，旁为双耳，近耳锲花纹。受药自六两至一斤，铁子二十斤。用法如御制威远将军炮。载以四轮炮车，亦如御制威远将军炮车之制。

上述三批冲天炮的大小各不相同，第三批冲天炮的制造年代亦未明记。

在乾隆年间的两次平定金川之战中，都铸造了冲天炮，同其他轻重各型火炮配合使用，但其制造情况记载甚简。

2. 威远炮

威远炮在康熙和雍正年间都有制造，既有文献记载，又有存世实物。

其一，《清会典图》（上）卷九八《武备八·枪炮一·御制威远将军炮图》的记载：

御制威远将军炮，铸铜。前哆（chǐ，张口的样子）后歛，形如仰钟。重七百五十斤，长二尺五寸。口锲花纹，同镌梵文，中双鱼形，间以荇藻。隆起五道，底横链铁轴。受药自八两至六斤，铁子自三十斤至三十五斤。入药炮内，间以木，加土寸许，乃入铁子。复置药子内，以螺旋木绕药捻，外裹朝鲜贡纸，盛以竹筒，入药于内。后出线寸许，以达炮药。前出六七寸以待燃。子外仍实火药，隔以实土。铁鍱掩炮口，固以蜡。发时，先燃铁子药线，再速燃火门药，炮发子出，迸裂四散，为用最烈。远近以受药若干及炮尺若干度为准。载以四轮车。

文中关于威远炮的长度、重量，同冲天炮的三则记载完全不同，而关于威远炮的制法与双点火的发射方法，则与冲天炮中的第一则即康熙二十六年（1687 年）

的记载相近，但前者较详细明白，后者较简略而费揣摩。

其二，北京故宫博物院收藏的1门制于康熙二十九年的铜威远将军炮（图3-3-10），提供了实测数据与制造概况的铭文。经实测，该炮全长69厘米，口径212毫米，重约300千克。前粗后敛，形如仰钟，以四轮炮车承载，发射爆炸弹。炮身铭文为满、汉两种文字。其内容是：

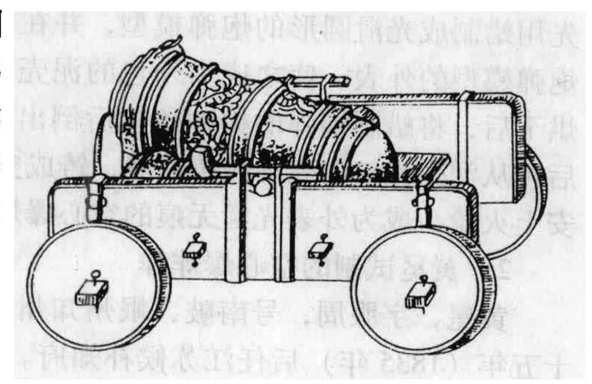


图3-3-10 威远将军炮

> 大清康熙二十九年景山内 御制威远将军 总管监造御前一等侍卫海青 监造官员外郎勒理 笔帖式巴格 匠役伊邦政 李文德

这门铜威远将军炮的实测数据，同上述关于铜冲天炮的第二则记载的长度与重量相近似。可知这门铜威远将军炮的实物，当是《清朝文献通考》卷一九四所记康熙二十九年制的8门铜冲天炮中的1门。

其三，《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》的记载：

> （雍正）五年（1727年）造威远将军铁炮十位，各长一尺七寸七分，重四十五斤，铅子重二十八两，用火药十四两。

这是一种小型的铁制威远将军炮，同大型的威远将军炮配合使用。

除清军使用上述各类火炮外，清前期的其他各方也部分地使用了类似的火炮。其中重型火炮有南明永历政权所用红夷炮类型的“永历炮”，吴三桂所部使用的“周纪年炮”、“昭武炮”、“洪化炮”、“浑铜炮”等红夷炮类型的火炮，以及台湾郑氏政权所用红衣炮类型的台湾炮。轻型火炮有台湾郑氏政权所用红衣炮类型的560斤以下的台湾炮、新疆回部用的回炮等。这些火炮都已在前文作了概要的论述。

四、炮弹铸造方法的改进

清前期火炮发射的炮弹，大多为实心弹。到鸦片战争时期，由于大型海岸的增多，丁拱辰与黄冕便大力主张制造与使用空心爆炸弹。

1. 丁拱辰的空心炮弹铸造法

火炮研制家丁拱辰，首先论述了改进炮弹铸造技术的必要性。他指出，对于3 000~5 000斤重的火炮，虽然发射实心炮弹对射程和杀伤威力不会有多大的影响，但是对于8 000斤以上甚至上万斤的火炮，则会由于实心炮弹过重而不能做远距离的飞行，因此只能轰击近距离的目标，对于远距离的目标，则会因推力不够而显得鞭长莫及，若发射空心炮弹，就会避免这种缺陷。他经过实弹试射得出的结论是：若直径相等，则空心炮弹要比实心炮弹轻14%~28%，即1门11 000斤重的火炮发射的实心炮弹重为70斤时，若改用空心炮弹，则可减轻10~20斤，其射程则因有效推力的增大而要远得多，对较远距离目标的摧毁作用也要大得多。同时，由于空心炮弹内装火药，爆炸后弹片四散飞击，其杀伤作用也要大得多。

清前期火炮所发射的空心炮弹，都是采用两个半圆模对接合铸而成的，中间



有铸痕，表面不光滑，各向同性性较差。为了消除铸痕，丁拱辰采用的新方法是先用蜡制成光滑圆形的炮弹模型，并在模型内安上一个泥心，而后用泥涂于蜡制炮弹模型的外表，使之成为外包的泥壳，壳上留有一孔。待泥壳自然干涸或用火烘干后，将蜡制炮弹的模型熔化后倒出，泥壳内部遂成空穴，仅存一个泥心。最后再从泥壳孔口向壳内倾铸铁液，铸成空心铁炮弹壳，并向壳内空穴处装填火药，安上火捻，成为外表光滑无痕的空心爆炸弹，大大提高了炮弹的杀伤力①。

2．黄冕试制的空心爆炸弹

黄冕，字服周，号南陂，岷州知州黄博次子。20岁时，任两淮盐大使。道光十五年（1835年）后任江苏候补知府。道光二十四年时，随林则徐至青海。二十六年，林则徐在署陕甘总督时，曾提到他曾命黄冕组织人员试制空心爆炸弹：其弹“名为炸弹……虚其中而留一孔，此中半装火药，杂以尖利铁棱……一经放出，其火力能到之处”，弹壳碎片连同铁棱四散飞击，击杀敌军人马②。当时参与其事的火器研制者黄冕则称：“其弹浑成铸就，较之洋夷飞弹用两瓣合成者，更圆巧适用。”其弹以泥为模，铸成铁壳，内装火药与尖刺铁棱，杀伤力远大于实心炮弹。黄冕为此建议朝廷组织人力及调集物力，多造空心爆炸弹，以弥补当时江防所用七八千斤大炮身笨膛小，射击无力，只能抵三四千斤火炮之用的缺陷③。其建议在当时产生了重要的影响。咸丰三年（1853年），太平军攻占金陵（今南京），黄冕因曾为曾国藩筹饷有功，被授为吉安（今属江西）知府。咸丰六年（1856年）黄冕被免职，居曾国荃处。光绪十一年（1885年），黄冕病逝。

五、新型炮架与搬运火炮器械的制造

为了加强火炮在作战中的机动性，以及扩大火炮的射界，当时的火炮研制人员在设计新式炮架方面作出了许多努力。

1．新式炮架的制成

新式炮架的制造者当以龚振麟与丁拱辰为代表。龚振麟，设计了重型火炮的磨盘式旋转炮架和轻型火炮用的炮车，丁拱辰则设计了旋转式活动炮架。龚振麟设计的重型炮架主要用于安置舰首炮、要塞炮和守城炮，使这些火炮在作战时可以借助炮架的旋转而调整射角，轰击从不同方向入侵之敌。轻型炮车主要安置千斤以下的火炮，以便于在战场上机动，并可以炮车为架，直接进行发射。

丁拱辰设计的旋转式活动炮架，在当时广东省的各炮台都有使用。这种炮架分两层，上小下大，上架两侧各伸出两根横木，用人力推挽横木，置于架上的火炮便可根据入侵之敌进攻的相应方位，进行旋转轰击。使用这种旋转式活动炮架后，便克服了以往火炮只能作定向发射的缺陷。

2．新式搬运与吊装器械的制成

为了搬运与吊装重型火炮，丁拱辰还制造了搬运火炮用的滑车绞架。这种绞架能使火炮上下左右移动，改变射角与射界。这种绞架既坚固灵巧又操纵方便。

① 清·丁拱辰撰：《铸炮弹法》，《中国兵书集成》47，第309～311页。
② 清·林则徐撰：《附炸炮法》，《中国兵书集成》47，第325～326页。
③ 清·黄冕撰：《炸弹飞炮轻炮说》，《中国兵书集成》47，第327～330页。



用滑车绞架搬运1门2 000～3 000斤的重型火炮时，可以节省2/3的人力。1门8 000斤重的火炮，原需80人才能移动，采用滑车后，只要24人便可拉动，如果再用绞架，只要8人便可移动。这种滑车绞架的设计与使用，说明当时的研制人员已经能运用近代物理学与机械学等新知识，设计火炮的牵引、装卸与移动等机械装置①。

六、地雷铸造方法的改进

为了加强沿海要地的守备，道光年间的火器研制家黄冕和丁拱辰还对地雷的铸造方法作了改进。

1. 黄冕的拉发地雷铸造法

其法是先用木制成外模，内装泥坯，铸成半球式、长方式、正方式、三角锥式等外壳，然后除去泥坯，成为中空的铁制地雷壳，然后向壳内装填火药与铁刃，壳面留有小孔，从中通出药线，供引爆之用。地雷的铸铁外壳，轻者10～20斤，重者100～300斤。按照黄冕的计算，地雷内所装火药的重量一般为铁壳重量的10%为宜。如果壳厚药少，则爆炸时力弱势缓，杀伤力不大。如果壳薄药多，则爆后火力上冲，冒过敌前队，杀伤力又会降低。如果装药量适当，则10～20斤地雷的爆炸范围可达数十丈。100～200斤地雷的爆炸范围可达数百丈（两者的爆炸范围都有夸大之处）。黄冕还指出：要保证地雷的爆炸威力，必须将雷壳密闭紧固；药信制作要得法，安放要适宜，不发潮，不泄露，便于隐蔽；药信孔不宜太大，小者1～2分，大者1寸；孔口要用油灰黏糊，不使泄气。黄冕建议要多制地雷，因为它耗铁少，对铁的质量要求不像火炮那样高。铁壳地雷体积小，装药少，造价低廉，如果在沿海地区的险要处布设疑阵，多层次地埋设地雷，每层数十颗，使地雷的引信相连如瓜藤牵连蔓引，由守险扼要之官兵控制，则当敌人进入雷区时，只要拉发其中的一颗，其余地雷便连环而发，形成一片火海，炸杀敌人于其中，可以达到守海口、歼灭敌寇之目的②。

2. 丁守存的踩发地雷铸造法

踩发式地雷是由丁守存设计制造的。

丁守存（1812—?）是清代著名火器研制家。字心斋，号竹溪，更号竹石山人，山东日照人。于道光十五年（1835年）中进士，历任户部主事，军机章京，员外郎，湖北督粮道，署按察使。青少年时勤奋好学，精天文历算，善制各种器械。当英军在第一次鸦片战争入侵我国东南沿海时，即慨然请求制造之学。在欧美近代科学诸如力学、化学、光学尚未传入的情况下，他的设计思想常符合科学原理，被大学士章秉恬荐之朝廷，并向朝廷缮进图说，与郎中文康、徐有壬赴天津监造地雷等火器，经试验，都灵验适用。道光二十二年（1842年）八月，他在《计覆用地雷法》中，阐发了踩发式地雷的制造与使用之法。在此期间，参加了丁拱辰编写的《演炮图说》之校订，修正了其中的不妥之处，时人将他与丁拱辰并称“多才二丁”。咸丰元年（1851年）三月，丁守存随从大学士赛尚阿开赴广西

① 清·丁拱辰撰：《论车架举重等第》，《中国兵书集成》47，第363～367页。

② 清·黄冕撰：《地雷图说》，《中国兵书集成》47，第467～474页。



桂林，主持火炮制造，参与镇压太平军起义。六月，当精通火炮铸造技术的福建监生丁拱辰调至桂林后，丁守存即带领其进见赛尚阿，将其安排至桂林铸炮局铸造火炮。八月，两次赴局检查，演试丁拱辰所铸造的火炮，都适合军用。之后不久，便离营赴京。

丁式地雷由雷体与引爆器械组成。雷壳用生铁铸成球形，盛于红油木柜中。每个重 80 斤，装填炸药 5 斤，内安 8 斤重的铁管 1 根，装火药 10 两，中插竹管 1 根，管中通出纸捻，经木柜底部的木槽通出柜外，木槽内装引燃火药 1 两，用棉纸糊住，以防止火药散落。木槽上部有方形圆孔木板，上置空底瓦盆，内藏火种，圆孔上用木盖盖住，并留一气眼以出火气。地雷装入木柜后，于要隘路口掘一个 2 尺深的土坑，将其放入坑中，作好防水及伪装措施。再于雷坑二三尺外挖一个安置翻车的坑，用坚细麻绳从地内通过竹管与雷柜相连，翻车上亦作防水及伪装措施。当敌军前来踩着翻车时，车压其绳，绳牵其机，火种坠入火药中，将地雷引爆①。

魏源曾对黄冕的拉发式地雷同丁守存的踩发式地雷作了比较，认为两者各有所长：前者由士兵拉发，不如后者踩发方便；前者可于敌人全队进入雷区后连环爆炸，杀敌量较后者多，适用于容敌量较多与较空旷之地；后者为踩发式地雷，敌人前队踩爆后，后队即可逃跑，因而杀敌量较前者少，但可用于控制要隘；前者制作和布设较后者简易，便于多布，而后者因敌登陆之地较多而难以遍设。因此，若在要隘处埋设踩发式地雷，在空旷处设拉发式地雷，两者互展其长，便可大量杀伤登陆之敌②。

七、水雷铸造方法的改进

鸦片战争期间，驻守沿海地区的一些官员，为了防御英舰的入侵，便开始研制能破坏英舰的水雷，广东候补道潘仕成便是其中的一个③。

潘仕成所研制的水雷装在一个密不透水的木匣中。木匣成扁六棱柱形，连匣底、匣盖共八面，都用樟木、榆木为面板。水雷分大中小三种规格。其中大号水雷的木匣长 3.6 尺、宽 1.35 尺、高 1.5 尺、木板厚 1.5 寸，内用木板分作 3 格，中格最大，安置水鼓、火床及引爆装置等机件；左右两格共装火药 120 斤。如欲增加装药至 1 000 斤，则所用木匣也要相应增大。

水雷的发火装置及火药装入木匣后即行密封。木匣的顶部有护盖、药盖和罗盖。平时护盖的作用是防止海水流入匣内。护盖内部安有罗盖，其作用是防止渣滓入塞水管。药盖的作用是在通过药管向木匣内装填火药后，将管口塞紧密封，不使漏水，以保持雷中火药处于良好的待发状态。整个水雷装好后，用油灰密封，以漆布糊固待用。使用时，先要看准敌舰所泊处所，而后令善于潜水的水兵将其送至敌舰舰底，用引绳系扣于敌舰的锚索上，使水雷靠近舰底中部，此时水兵即将护盖上的木塞拔去，并迅速游离舰底。经过五六分钟后，海水从护盖通过水管

① 清·丁守存撰：《计覆用地雷法》，《中国兵书集成》47，第 477～479 页。

② 清·丁守存撰：《计覆用地雷法》，《中国兵书集成》47，第 480 页。

③ 潘仕成的里籍和生卒年不详。

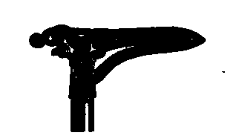


注入水鼓，水鼓胀起，牵动发火装置，引爆水雷。水雷制成后，曾于道光二十三年（1843年）九月初八日，在天津大沽海口进行试爆，将试验的靶筏炸毁。潘仕成在《攻船水雷图说》中，记载了这次试爆的情形：

用厚八寸、长丈六杉木四层，共厚三尺六寸，系备木筏，安于海河，坚定锚缆，将吃药百二十斤水雷送至筏底，系定引绳，拔塞后，待时四分许，轰然一声，激起半空，将木筏击散，碎木随烟飞起，其海河水势亦围圆激动，洵为火攻利器①。

清代前期的火器制造与使用技术，曾在后金天聪五年至康熙三十五年（1631—1696年）的60多年中，出现过发展高潮，在对内对外的战争中发挥了重要作用。自康熙三十六年至嘉庆十年（1697—1805年）的100多年中，由于国内外战事的减少，火器的制造与使用技术便处于守成状态。自嘉庆十一年至咸丰十一年（1806—1861年）的50多年中，虽因海防与鸦片战争的需要制造了不少大型火炮，但因制造与使用技术的落后，并未避免落后挨打的局面。

① 清·潘仕成撰：《攻船水雷图说》，《中国兵书集成》47，第584页。



第四章
军事工程

清前期的军事工程技术同明代相比，在城防、边防、海防与江防等方面，都已发生较大的变化：城防工程除东北地区新建一些城池外，其他地方都以修缮与改造原有的城池为主，而很少再新建大中型的城池。西南与北方的边防工程，开始以修建防止西方国家入侵的设施为主。海防与江防工程开始建立以新建炮台式要塞为主的海岸防御体系。传统的军事工程技术已开始演变，到鸦片战争时，这种演变已较多地表现出来。

第一节　城防工程与石碉群工程

清前期以修缮与改造原有城池为主，以新建城池为辅的方针，在修缮与改造北京城及全国各地的城防建设中，都有明显的体现。大小金川的石碉群则是一种特殊的堡寨式防御工程。

一、北京城的修缮与改造

清军在顺治元年（1644 年）进军山海关进而占领北京城后，摄政王多尔衮于六月召开王大臣会议，定议建都北京。十月，爱新觉罗·福临御皇极门（今太和门），颁诏天下，定鼎北京，建元顺治，开始实行对全国的统治。

1. 以八旗兵驻守京城的四隅八方

清王朝建立伊始，即以北京的皇城为中心，命八旗兵按旗色分驻四隅八方：两黄旗驻守北面，镶黄旗驻安定门内，正黄旗驻德胜门内；两白旗驻守东面，镶白旗驻朝阳门内，正白旗驻东直门内；两红旗驻守西面，镶红旗驻阜成门内，正红旗驻西直门内；两蓝旗驻守南面，镶蓝旗驻宣武门内，正蓝旗驻崇文门内。各旗都在所驻城门外设教场、演武厅，进行军事训练。与此同时，八旗都各自设立炮厂与火药厂，供八旗兵作战训练之用。

北京内外城垣的周长都因原建为用，不作改动。顺治二年五月，重建皇极殿、中极殿、建极殿，并依次改为太和殿、中和殿、保和殿，以表示清朝统治者万民亲和的意愿。顺治八年九月，承天门重修后改名天安门。次年七月，改皇城后门为地安门，皇城原东安门、西安门之名继续沿用，使皇城四门都以安为名，反映了清朝统治者天下长治久安的意愿。

2. 修缮城垣及护城河

北京城的京城（即内城）建于明永乐十八年（1420 年），至清朝建立时，已沿用 240 年，其间因战争或自然损坏者时有所见，于是修缮京师城垣之事，自顺治至道光年间也多有记载。

顺治十七年（1660 年），清廷即颁定例，命工部委官经常巡视内外城垣，凡有损坏者即行修缮。康熙五年（1666 年），清廷规定：凡内城下护城河岸被水冲坏之



处，由工部委官修筑；外城河岸被水冲坏之处，由顺天府及五城官修筑；城垣上若有洼漏之处，由步军统领会同工部委官查验，进行修补堆筑，以免浸坏。康熙二十八年，清廷命工部及顺天府尹，监修外城东便门至西便门的水关塌坏之处。雍正八年（1730年），清廷规定内外城垣除土心之外，按址阔6尺、顶阔4尺的标准，进行统一改筑，以使规范，并规定步军统领及工部各委官一人，在每年雨水到来之前进行修缮筑实，以免被雨水冲坏①。

从乾隆二十八年到嘉庆六年（1763—1801年）内城及外城城垣曾多次发生间断倒塌，清廷亦多次命工部委官进行大修与补筑。施工要求很高，城基要以城砖砌筑，内填灰土夯实，内外壁用城砖铺砌。城砖由山东临清砖窑烧制，每砖长1.5尺、宽7.5寸、厚4寸。凡修筑的城墙在竣工后都要经过验收，报部备案，至少要保持30年不坏②。

嘉庆六年，朝廷鉴于京城护城河及周围河道年久淤滞不畅，京郊一带大水，以及灾民极需赈济之机，采取以工代赈的办法，雇附近灾民，兴工挖河，每日每人给工食银8分。灾民一时踊跃云集，于3个月内疏濬淤浅之处达13 858丈，开支工食银98 346.01两③。收到了治河与救灾的双重效果。

3. 修缮及改建城上守备设施

北京城城上的守备设施在原建规制的基础上，清廷又命工部按当时的实际需要，进行修缮及改建。新设施具有可以配套使用的特点：其中全城原有城门与城楼各16座，城楼三重檐正阳门城阃3门、谯楼1门、瓮楼3门；其余内城8门有城阃、谯楼、瓮楼各1门，谯楼与瓮楼的四面有砖墙，设有雉堞、炮窗与枪眼；外城有城门与城楼各7座，有城阃7门，设有雉堞、炮窗与枪眼；全城还有原角楼10座。

除上述原有设施外，由于守城枪炮的使用，清前期还在城墙上共开炮窗2 108个，供火炮发射之用。内城垣还建有贮炮房9座、贮火药房96座、堆拨房135座，反映了因火炮用于守城后城垣的改建状况。此外，还在正阳门东西、崇文门东、宣武门西、朝阳门南、东直门南、德胜门西、东便门西，各设水关1座，内外各设铁栅三层；东便门东、西便门东各设水关1座，每座设3洞，每洞内外都有铁栅维护④。同城垣一样，上述守备设施若遇损坏，还要及时进行整修，如乾隆三十二年（1767年）对永定、广安二门的城楼，四十六年对正阳门箭楼、城台，五十二年对崇文、安定二门城楼的修建⑤，便是如此。

---

① 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·京师城垣修葺》，《钦定大清会典事例》（二十），第15818～15819页。

② 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·京师城垣修葺》，《钦定大清会典事例》（二十），第15819～15820页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·京师城垣修葺》，《钦定大清会典事例》（二十），第15820页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·京师城垣规制》，《钦定大清会典事例》（二十），第15817～15819页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·京师城垣规制》，《钦定大清会典事例》（二十），第15817～15819页。



4. 改善守城装备

由于北京内外城守备设施的改建，使清前期的守城装备也随之得到了改进。其中正阳门装备信炮5门、大炮10门、炮车10辆、火药1瓮（每瓮30斤）、鸟枪与长枪各20支、弓20张、矢400支、撒袋20个，其余内城8门的装备也相同，并且还贮存了各种旧炮1 827门①。外城的永定门装备铜炮5门、炮车5辆、火药20斤、长枪10支、弓10张、矢200支、撒袋10个，其余外城6门的装备也相同；此外，永定门还贮存烘药29斤，右安门14斤，其余5门各贮存烘药28斤②。

二、各地城垣的修缮与改建

清王朝建立后，清廷对各地的城防工程，也采取修缮与改建为主，新建为辅的方针。顺治十一年（1654年），清廷命各地方官员，对倾圮、毁坏的城垣进行修缮，并于顺治十五年要求各地在修缮城垣时，务必将所修城垣的长度、用料等详加勘查，不得敷衍塞责，也不允许官府罚百姓修筑城楼、雉堞。直到嘉庆年间，清廷仍频发指令，命各地官府要检查所在城垣，凡有损坏者，要按时、保质、保量进行修复。各地官府上奏朝廷修缮与改建城垣之事也连篇累牍，常年不断。

1. 浩繁的修缮与改建工程

由于明末清初兵连祸接、水涝灾害频繁，各地城垣因战争轰摧、洪水冲击、年久失修而倾圮、坍塌、损坏者甚多。据康熙三十年（1691年）清廷按奏章的不完全统计，各地应修的城垣有：山西20处、陕西35处、直隶55处、广西4处、浙江64处、山东44处③。又据乾隆三十四年（1769年）清廷按奏章的不完全统计，各地需要大修的城垣有：甘肃27处、江苏39处、湖北14处、湖南12处、四川54处、贵州15处④。若将这两次统计的数字加在一起，需要大修的城垣达371处，涉及12个省，再加上零星上报与批复修城的记载，总数已远远超过400处，可见其修缮与改建工程之浩繁。如不加以修缮与改建，这些城垣将失去其守备的作用，而要修缮与改建这些城垣，朝廷与各地官府都需动员与耗费大量的人力、物力与财力。为此，清廷与各省官府曾采取过多种措施。

其一，由清廷拨发国库存银。康熙三十年，直隶、山东、陕西、浙江、广西、山西等6省，共需修缮与改建城垣212处，缺银5 210 000两。其时清廷大规模战争已经结束，国库存银尚属充裕，故决定“每年酌拨银1 000 000两，统计5年，各省城工遂可一律告竣。其如何分别（不同）省份，酌量派拨之处，仍著该（工）部妥议办理”⑤。

---

① 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·守御器械》，《钦定大清会典事例》（二十），第15818页。

② 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·守御器械》，《钦定大清会典事例》（二十），第15818页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建》，《钦定大清会典事例》（二十），第15822页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建》，《钦定大清会典事例》（二十），第15825～15826页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15822页。



其二，由官员捐银修缮。康熙三十三年（1694年），清廷批准由武官捐银修缮边墙的建议。并规定“各将并量捐银数、修理丈尺，每年造册报兵部察窍具题，照例叙议”，即给予一定的奖励。次年，更规定“武官捐银至600两者，随带加一级；300两者，加一级不随带；100两者，记录一次”①。雍正年间仍有类似的做法。

其三，以工代赈。乾隆二十七年（1762年），河南省祥符、中牟、偃师等10州县城垣的护堤被冲坏，即动用赈济银两集民工修建②。

其四，以兵代夫。乾隆三十五年，清廷甘肃省将渊泉县城垣移建于戈壁滩地方，所需工力，由士兵代替民夫，每日每工给口粮银6分③。

其五，地方自筹银两。乾隆九年，清廷规定凡修缮城垣耗银在千两以下者，由地方额设存公银内支出④。乾隆二十七年，清廷又规定凡修缮城垣耗银300两以内者，由地方官设法办理，不得动用国库银两⑤。

上述情况说明，除康熙年间修缮与改建城垣费用基本上由国库支出外，其后都由清廷与地方官府分担，其间讨价还价、虚报冒领、克扣拖欠之事多有发生，而负担最为沉重的当是广大农民与士兵。

2. 修缮与改建的类别

清前期城垣修缮与改建的类别大致有如下几种：

其一，照原样修复。如原有城垣比较坚固完善，则必须按原有样式修复，务必坚固。若3年内发现损坏，则监工官与该省督抚须受降级与赔修的处分⑥。

其二，小修小补。对于城垣的微小坍塌，则由地方官于农隙时修补⑦。

其三，移址改建。如乾隆二十四年，山东省鱼台县城垣因地势低洼，常遭水患，故移城址于董家镇地方，重建新城⑧。

其四，改变城制。如乾隆二十四年，贵州省郎岱同知因原建方形城垣不适于使用，故又改建成长方形城垣⑨。又如乾隆三十三年（1768年），云南省将缅宁县

---

① 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15822～15823页。

② 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15822～15824页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15826页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15824页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15824页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15822、15823、15825页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15822、15824、15825页。

⑧ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15823、15824、15825页。

⑨ 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15824页。



土城改建为砖城①。

其五，增建护堤。如乾隆三十一年，湖南省因笔架城逼近朗江，正当水流冲刷之处，故增建护堤一道②。

其六，扩建城垣。如嘉庆四年（1799 年），湖南省因乾州厅城四面皆山，形如釜底，城身窄小，便扩建 360 多丈③。

其七，增建附城炮台。如道光十一年（1831 年），山西省在捐修襄垣县城时，增建了附城炮台④。此后增建附城炮台的工程便日益增多。

其八，全面大修。乾隆四十六年，清廷因陕西省城西安自汉以来从未进行大修，四面城墙多处鼓裂坍塌，特派钦差前往修葺，用银 1 618 000 两，是大型城垣一次规模较大的修缮。

上述经过修缮、改建后的城池，其结构、布局、装备都得到了一定的改善。更为重要的是附城炮台的建筑，为古典的城垣城池式城防工程向炮台要塞式城防工程的过渡，打开了新的局面。

三、新建城池的工程技术规范

新建的城墙城池式城防工程，在清前期虽说少见，而且又都是中小型的，但清廷工部还是颁布了《工程做法·建造城垣》⑤，从建筑技术、工程规范、工艺要求等方面，作出了比较具体而详细的规定，反映了火炮大量用于城防后，城防工程建筑开始发生演变的状况，具有明显的时代特色。

1．城墙

按《工程做法·建造城垣》规定，在平陆、均匀、无复杂地质城址上筑城，城墙的横截面应为高2.4丈、下底宽3.4丈、上底宽2.4丈的等腰梯形，通常以10丈长为一段，作为计算工料价格的单位。各地在砌筑城墙时，都要根据所选城址的地形、地势与地质等多种因素，确定城墙的高度、底宽与顶宽的丈尺数，而后进行设计建造。砌筑城墙时先要夯实城基，基面砌筑大条石。自地面起至城顶，采用“缩蹬法”按一定坡度逐渐内收，使砖土相间，墙无直缝，虽有雨水，亦不能直渗城心，以保证城墙坚实牢固。城墙内心以土夹卵石分层夯实，内外壁都用城砖被覆，城顶用坚固的海墁砖铺砌，不使雨水渗漏至城心。城顶外壁上按设计尺寸砌筑雉堞，内壁上砌筑女墙。墙身都需钩抿。若遇城墙跨越沟河水洞，便安放铁楞铁槛，用作水关。

砌筑城墙用的标准城砖每块长1.5尺、宽7.5寸、厚4寸，由山东临清砖窑烧

① 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15825页。

② 《钦定大清会典事例》卷八六七《工部·城垣·直省城垣修葺移建一》，《钦定大清会典事例》（二十），第15825页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八六八《工部·城垣·直省城垣修葺移建二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15829页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八六八《工部·城垣·直省城垣修葺移建二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15830页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八七九《工部·工程做法·建造城垣》，《钦定大清会典事例》（二十），第15925～15927页。《工程做法》似颁布于乾隆年间，其规定也适用于原有城垣的大修或改建。



制。所用石料由各地采石场采制。其中京畿附近于大石窝采制白玉石、青白石，马鞍山采制青砂石、紫石，白虎涧采制豆渣石，牛栏山采制青砂石，石景山采制青砂石、青砂石柱、青砂石顶、青砂石阶、青砂条石。所用青白石灰于马鞍山、磁家务、周口、怀柔等处设厂烧制。其他各省，或由工部调运，或由各地就近开采和烧制。

2. 城门与城楼

每面城墙视长短需要开一座或几座城门，门洞内安一合城门。城门处的城墙要特别加厚成楼台，以便在台上建造城楼。城楼门台一般高2.8丈、面阔8丈，外券中高1.56丈、口宽1.4丈、进深1.4丈，里券中高2.23丈、口宽1.7丈，连楼台共进深5.33丈。城垣转角处的角楼也各有规制。城门内侧建有登城礓礤，又称兵马道，长10丈、宽1.5丈、高2.4丈与城顶相等，外侧砌有扶手斜墙。

3. 附城炮台

附城炮台是清前期新建城郭的新增建筑，通常面宽4.8丈、进深2丈，地面先铺石料四层，宽2尺，其上铺砌城砖。炮台门洞地面铺砌道板石，立将军柱石。

其余羊马墙、护城河、吊桥等设施，大抵沿袭明朝做法。除上述按规定标准新建城郭城池外，也有一些地方因地制宜，建造砖城、石城或土堡等。如道光二年（1822年），四川省巴州建造石城一座。道光四年，西宁察汉俄博地方建造土堡一座①。

清前期新建的城垣也有一些。其中有江西省的乐平、永丰、赣县等县城，甘肃省的库尔喀喇、乌苏苏精河两处城垣，新疆的阿克苏城，浙江省的乍浦城，福建省的闽清县城等。

四、新建的城池

清代前期新建的城池，以沈阳城、吉林省城、呼和浩特城、遵义城等颇具代表性。前三座城建于康熙年前，工程做法自有其特色。遵义城建于其后，与清廷的筑城规范比较接近。

1. 沈阳城

沈阳位于松辽平原的南部，地势平坦，土质肥沃，因沈水（浑河流经沈阳的河段）在其北岸而有其名。东距渤海约140千米，东南距黄海约200千米，是辽东半岛的腹地。沈阳是一座历史悠久的文化名城，明洪武二十一年（1388年）在元代土城基础上新建砖城为沈阳中卫治所，四面各开一门，城内有十字街通向四门。后金天命六年（1621年），努尔哈赤攻占沈阳，于天命十年迁都于此，并将城墙加宽加高，增四门为八门，改十字街为井字街。天命十一年八月，努尔哈赤死后，皇太极继位，继续大兴土木，扩展城垣，至天聪五年（1631年）基本竣工。据《盛京通志·京城》记载：

> 其制城墙内外砖石，高三丈五尺，厚一丈八尺，女墙七尺五寸，周围九里三百三十二步，垛口六百五十一，明楼八座，角楼四座，改旧门为八，每

---

① 《钦定大清会典事例》卷八六八《工部·城垣·直省城垣修葺移建二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15830页。



面各二。

由此可见，沈阳城实际上是利用明代沈阳中卫卫城的城址，重新建筑的一座都城。天聪八年（1634 年），皇太极改沈阳为盛京（满语为谋克敦，即兴盛之意），并确定八个城门的名称。据《清一统志》载：

南之左曰德盛（大南门），南之右曰天佑（小南门）。北之东曰福胜（大北门），北之西曰地载（小北门）。东之南曰抚近（大东门），东之北曰内治（小东门）。西之南曰怀远（大西门），西之北曰外攘（小西门）。

各城门都用砖砌筑基座，中辟券门，门上建三层歇山式城楼，城垣上建各种守备设施。崇德元年（1636 年），皇太极建国号大清。顺治元年（1644 年），福临迁都顺天府（治今北京），以盛京为陪都，并于顺治十四年以“奉天承运”之意在沈阳设奉天府。康熙十九年（1680 年），在沈阳城外筑关墙（即外郭），高 7.5 尺，周长 32 里 48 步，设 8 个关，与城门依次对应称为大南边门，小南边门；大北边门，小北边门；大东边门，小东边门；大西边门，小西边门。沈阳城内“八门”、“八边”的区划即由此而来。乾隆年间，清廷又对沈阳城的城垣、城楼、角楼进行多次整修，守备能力得到了进一步的加强。沈阳城堪称是女真族在清王朝建立前后所建筑的第一座大型城垣①。

2. 吉林城

吉林城位于松花江北岸，北山之西（在今吉林市船营区内），是一座平面呈不规则几何图形的小型城垣。据《盛京通志》记载，吉林城由副都统岁珠瑚于康熙十二年监造，分内外二城。内城南临松花江，东西北三面立松木为墙，经《吉林省志》编纂人员实测，墙高 2.7 米，北墙长 462.4 米，东西两墙各长 400 米。东西北三面各开一门。内城墙外围有池，池以筑土墙为边，边墙东西各倚江岸，全城周长 8 478 米，构成外城，后内城渐废。乾隆七年（1742 年），修整和加高土墙，全城东西北三面共开五门。在咸丰年以前，此城只具有一般守备作用。同治与光绪两朝又对其进行改建，守备能力得到加强。20 世纪上半叶，东北沦陷时陆续被拆除，今仅存一段残垣。

3. 呼和浩特城

“呼和浩特”是一座具有悠久历史的古城。明万历九年（1581 年），蒙古土默特部领主阿勒坦汗统一蒙古各地与漠南地区后，同他的妻子三娘子在此用青砖筑城，故又称“三娘子城”。远望此城，一片青色，青色蒙古语发音为“呼和浩特”，故“青城”即称“呼和浩特”，城名由此而得。明朝称“归化”城，周长 2 里，砌以砖，高三丈，南北门各一。清初，三娘子城被清军焚毁。康熙三十三年（1694 年），清王朝在彻底打败新疆境内之蒙古准噶尔部后，便在原三娘子城址处增筑外城，即现在的旧城。雍正十三年（1735 年），清廷又决定在该城东北 2.5 千米处筑一正方形驻防新城，乾隆四年（1739 年）建成。据《归绥县志》记载：

（城）周围九里十三步，高二丈九尺五寸，顶阔二丈五尺，底阔四丈，四门楼，门两重。东门曰迎旭，南门曰承熏，西门曰阜安，北门曰镇宁。

① 见本编参考文献［11］，第 879～882 页。

清王朝命名此城为"绥远城"，驻清军于此，对维护当地的安全与国家的统一起了一定的作用。与此同时，居住于附近的蒙、汉居民，也逐渐有一部分移入城内居住，促进了当地与西北贸易的发展，加强了蒙、汉民族之间的团结。呼和浩特新城的建成，也是清前期在沙漠地区择地建城工程技术提高的一种表现。它的建筑规模与工程技术水平，超过了此前在沙漠地区建筑的所有城垣①。

4. 遵义城

遵义一词，源于《尚书·洪范》："无偏无陂，遵王之义。"遵义城位于贵州高原北部，是贵州仅次于贵阳的第二大城市，具有悠久的历史。自战国以后名称多变，元、明两代称播州，明万历二十九年（1601 年）称遵义。遵义地势险要独具形胜，它北倚娄山，地势高峻，峭壁险陡，关隘重锁，是川黔咽喉和交通要冲，历来为兵家必争之地。遵义南濒乌江，险要难涉，有"行遍天下路，难过乌江渡"之称。遵义的东西两侧，有乌江支流的偏岩河与羊岩河，并有向南的通道。遵义建城始于南宋孝宗淳熙三年（1176 年）。

遵义城旧时分老城与新城两部分。老城位于湘江北岸，始建于洪武十五年（1382 年），城垣用土夯筑，毁于万历二十八年的"平播之役"，于次年开始重建，改土墙为石墙，西南盘绕山巅，东北有湘江环抱。乾隆二十五年（1760 年），清廷按新制扩建遵义城，城墙用大块砂石砌筑，周长 1 371.4 丈，四面各开一门，东为景福门，南为通贵门，西为怀德门，北为永宁门。咸丰八年（1858 年），清廷又按新制增建遵义新城，次年竣工，与老城隔湘江而峙，形成锁钥。城墙仿老城式样而建，四面各开一门，东为迎恩门，南为德耀门，北为磐安门。城门上都建有城楼。至同治年间，新城的西面扩展至湘江东岸，与老城夹江相望，成为双联式城郭，为古代城郭建筑所少见②。

五、山地的石碉群

山地石碉群是聚居于大小金川的藏民（也有一些苗民），利用石材建筑的堡寨式守备工程，在乾隆年间抗清军的进攻中，发挥了重要的作用。清军为攻占这些石碉群，付出了重大的代价。当时建筑的石碉群有如下几种类型：

1. 林状石碉群

这类石碉群通常由几十甚至上百座石碉组成。清军在乾隆十二年（1747 年）进攻大金川的勒乌围（今四川金川县东）和噶尔崖（今金川县东南）两地时，遇到了这类如林而立的石碉群。每座石碉都建筑在山险隘口，用石块垒砌而成，大小高低

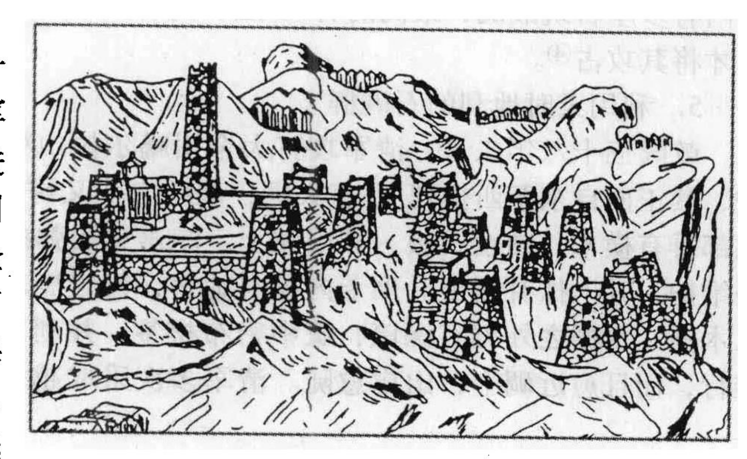


图 3－4－1　勒乌围石碉群

① 见本编参考文献［11］，第 1027～1028 页。

② 见本编参考文献［11］，第 649～650 页。



不一，大而高者如同一座小城。通常在一群石碉中，都有一座大而高的主石碉，高约8~10余丈，最高的有15~16丈（图3-4-1）。每座石碉的四壁都开有望孔和射眼，供守碉者瞭望敌情和发射枪弹所用。有的石碉顶部还开有洞口，便于向外投掷石块与火弹。石碉内贮有粮草和饮水，供守碉者饮食之需。石碉周围都挖有深沟和护墙，使攻碉者难于接近，以提高守备能力。此外，这类石碉群所在的山梁狭窄之处还修筑了石卡，设置大木架（即简易抛石机），从山上向山下抛掷巨石、射击枪弹，击砸和射击前来攻碉之敌①。

由于单座石碉构筑坚固，而且各石碉又成群交错构筑，互为犄角，可互相策应，给当时攻碉的清军造成了很大的困难：骑兵到此，必须下马缓行；火炮沉重，难以运载上山；弓箭射之，纷纷折落坠地；碉外有深沟钉刺，士兵难以逼近；挖掘地道，又被深沟阻隔。清军每攻一碉，需用兵数百，伤亡数十乃至上百人，费时十多天，才能将其攻占，无怪清军将领发出攻一碉难于克一城的慨叹。

2. 窖碉结合的石碉群

乾隆三十七年（1772年）正月，清军在进攻噶尔金的日尔寨山梁时，遇到了地窖与石碉相结合的石碉群。这类石碉群的附近挖有地坑和地窖。地窖坚厚深曲，如同鼠穴，其上覆盖几层大木巨石，上抹泥浆，人从窖旁开洞出入。当炮弹击来时，只能击毁墙垣，对地窖无所损坏。窖内人员待炮击过后，又出窖打击清军。清军只好就地铸造1 000~4 000斤大炮，日夜轰击，经过2个多月才将其攻占②。

3. 木城与碉卡结合的石碉群

乾隆三十七年三月，清军在进攻僧格宗地方时，受阻于这类石碉群。僧格宗位于一条河流的西岸，岸边排列有20多处碉卡，同时在东山梁上用大木构筑木城一座，周围排列大木，重叠数层。木城内又垒堆石墙，木城外挖有深沟，排钉木桩，与各石碉互相援应，使进攻的清军遭受重大伤亡③。

4. 城寨式石碉群

乾隆三十七年十二月，清军在攻打美诺官寨时，遇到了这种石碉群。美诺官寨方圆二三里，中间建有土司官寨，周围是士兵居住的小寨。城寨周围垒有石墙，寨内有多座石筑战碉，最高的有18层，内有大小火炮18门。清军用重兵合围的方式才将其攻占④。

5. 利用天时地利的石碉群

乾隆三十八年二月，清军攻打大金川噶尔拉山梁的昔岭石碉群。昔岭山势险峻，其正面自东至西排列10座大碉，碉座之下又构筑多处石卡，互为联络。石碉顶部排有横木，铺设石板，抹以泥土，能避免火弹的燃烧。碉卡四壁有编结的柳条维护，其上抹有泥土。碉卡内挖有地窖，能守能攻。石碉外筑有石墙，墙外护以木栅，木栅之外掘有深壕，壕中密布松签，并利用隆冬严寒，泼水为冰，坚滑难行，而且愈近碉卡，山崖愈陡。清军多次采取越壕破障、推倒石墙、从石碉底

---

① 见本编参考文献［12］，第120~122页。

② 见本编参考文献［12］，第142页。

③ 见本编参考文献［12］，第143、149页。

④ 见本编参考文献［12］，第143、149页。



层挖开洞穴、从顶上抛入火弹、攀缘险崖等方式，对石碉进行综合性强攻，结果招致重大伤亡①。

大小金川藏民所筑各种类型的石碉群，具有利用天然形胜、因地制宜、就地取材的特点，起到了一定的防御作用，是当时特有的堡寨式军事工程。清廷为了平定大小金川，从乾隆十二年（1747 年）至四十年之间，多次调集各路大军，进行攻剿。作战中，清军采取利用矛盾、各个击破的策略，以强攻硬取、长围久困、以碉逼碉、以卡逼卡、因险用险、用火炮轰击等多种技术和战术，突破和攻占各种石碉群，以伤亡 30 000 多人，耗银 70 000 000 两的代价，才平定了大小金川，足见这些石碉群所起的防御作用。

六、攻守城器械

清军在攻守城战中，除枪炮外，仍配用较多的冷兵器和器械，诸如云梯、对楼、掩蔽篷车和鹿角、拒马等，它们在形制构造上大多和明代的攻守城器械相似，其中具有新意的是用于攻城的大盾车（图 3－4－2）。大盾车的底座前端用坚厚的大木制成大盾牌，高宽都在 1 丈以上，顶部制成女墙形，上开 2～3 个垛口，供 2～3 名士兵射箭、放枪。下部有两个台阶，供 2～3 名士兵登阶而上。底座前端下部有两轮，用粗大的车轴相连，使前部大盾牌与 2～3 名士兵的重心全部集中在车轴上。车座自前至后，伸出车辕和车把，它们的前部用大横木固连。攻城时，由 2 名体壮力大的士兵推车前进，2～3 名战斗兵员登阶而上，在大盾掩护下，仰射守城士兵。万历四十七年（1619 年）二月，后金军在进攻抚顺、锦州、沈阳、宁远等坚城时，曾多次使用大盾车，取得攻城战的胜利。

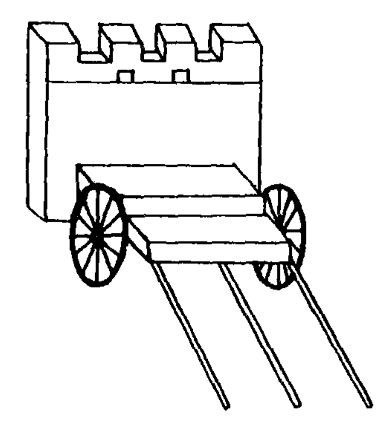


图 3－4－2　大盾车

第二节　边防工程

清前期的边防工程，包括清廷在东北、蒙古、西北、西藏、云南、广西等地区修缮与建筑的各种守备设施，包括城池、边墙、柳条边、墩台、卡伦、鄂博、碉堡等。它们因地制宜，因用而设，因情而异。或因明代的建筑而用，或择地新建，或为永久性工事，或为边卡哨所，或为界标性建筑，各有其特点，构成清前期综合性的边防工程系统。

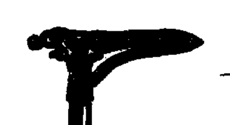
一、东北的边防工程

东北地区包括盛京（又称奉天，今辽宁大部）、吉林和黑龙江三省，统称“东三省”，是满族聚居地和清王朝的发祥地，也是清王朝最早统一的地区。

1．东北的边防态势

清崇德元年（1636 年），皇太极在盛京称帝后即征服了朝鲜，解除了他与明朝角逐的后顾之忧。此前，他曾利用漠南蒙古各部的矛盾，用“慑之以兵，怀之以

① 见本编参考文献［12］，第 150 页。



德”的策略，拉拢蒙古各部封建主，打击实力最强的林丹汗，于后金天聪六年（1632 年）六月统一了漠南蒙古。漠北的喀尔喀蒙古也于天聪十年皇太极称帝时上表称贺，表示愿意臣属清王朝。同时，皇太极还对黑龙江流域各部族，采用政治招抚与军事征讨相结合的方针，统一了东北全境，其势力东北达鄂霍茨克海，西至贝加尔湖，以至斡难河源。其时，东北地区东邻日本与朝鲜，北接俄罗斯。17 世纪前期，俄罗斯东扩加剧，势力抵达鄂霍茨克海滨，并向南侵犯中国的蒙古和东北，蚕食中国领土，所到之处烧杀抢掠，无所不为，严重威胁了这些地区的安全。与此同时，日军对中国东北安全的威胁依然存在。清王朝针对这些威胁，采取派驻八旗兵、修缮与建筑各种守备设施、设置将军府衙等措施，以加强东北的内治与外防。

东三省是清廷派遣八旗兵驻防的最早地区，自顺治至道光年间，派驻东北驻防八旗兵的编制序列与兵力，前后多有变化，多少各有不同，大致在 35 000 ~ 40 000人之间变动。既有步骑兵又有水师，既有战斗兵员又有各种匠役，既有装备冷兵器的兵种又有装备火器的兵种。清廷视需要而将他们分驻于东三省下辖的 44 个重要的城池与要地，又依托这些要地新建与原有建筑相配套的防御设施，保卫东北地区的安全。为了有效地筹划与管辖三省的边防，清廷任命了驻防盛京、吉林、黑龙江的三位将军，分别作为三省的最高军事行政长官，并设置三个将军衙门，分别办理各自的军政事务。

2. 盛京的边防工程

盛京的边防工程，有清前期修缮和改建明末使用的城池、堡寨、边墙，有新建的城池，有柳条边等设施，主要有盛京、开原、辽阳、兴京、抚顺、凤凰城、牛庄、广宁、熊岳、复州、岫岩、盖州、锦州、宁远、义州、金州、大东沟、九连城（分别是今辽宁的沈阳、开原北、辽阳、兴京、抚顺、凤城、牛庄、北镇、熊岳、复县西北、岫岩、盖县、锦州、兴城、义县、大连旅顺区、东沟、九连城）等 20 多处城池与要地。它们构成了保卫渤海湾北部海岸、黄海海岸、鸭绿江沿岸、内陆各地安全的支撑点。这些支撑点由盛京驻防八旗驻守。

盛京驻防八旗初建于顺治初年（1644 年），编有步骑兵与金州水师营，总兵力在 15 000 ~ 18 000 人之间变动。其统领官最初称盛京昂邦章京，于康熙元年（1662 年）改称镇守辽东等处将军，又于康熙四年改称奉天将军，至乾隆十二年（1747 年）定名为盛京将军。

3. 吉林的边防工程

吉林边防工程系统的构成部分，大致与盛京边防工程系统的构成相类似。主要有吉林、珲春、伊通、伯都讷、打牲乌拉城、宁古塔、三姓、拉林、双城堡（分别是今吉林省的吉林市、珲春、伊通、扶余、吉林市西北，黑龙江省的宁安、依兰、拉林、双城）等 10 多座城池与要地。除前面已提到的吉林城外，清前期还新建了伯都讷、宁古塔、三姓等三座土城。其中伯都讷城又名白都讷城，筑于康熙年间，呈正方形，四面各开 1 门，东门通吉林大道，南门距松花江仅 1 里路程，西门距松花江 3 里多，北门通齐齐哈尔大道，系冲要之地。宁古塔城筑于康熙五年，原名宁古台，北面依山，西、南面临牡丹江，东门外有大道，周长约 4 里。三



姓城筑于康熙五十四年（1715年），呈方形，每面约长2里，西距牡丹江2里，北距松花江3里，东南两面具为荒郊①。其余各城都因旧城修缮与改建而用。它们都由吉林驻防八旗守卫。

吉林驻防八旗初建于顺治十年（1653年），总兵力约11 000人左右，其统率官初名宁古塔昂邦章京，康熙元年，改称宁古塔将军。康熙十五年，宁古塔将军府移驻吉林，称吉林将军。

4. 黑龙江的边防工程

黑龙江的边防工程，以瑷珲、墨尔根、齐齐哈尔、呼兰、呼伦贝尔、布特哈（分别是今黑龙江省的瑷珲、嫩江、齐齐哈尔、呼兰，内蒙古的海拉尔、布特哈）等6座较大的城池为支撑点，大多为清前期所筑。其中瑷珲城筑于康熙二十三年，又称黑龙江城，呈正方形，每面长1里，以木为垣，每面各开1门，城墙外围挖壕沟一道，东距黑龙江约1里，西、南、北三面临山，与兴安岭山脉相连，将城垣环抱②。墨尔根城亦筑于康熙年间，城垣平面呈正方形，每面长1.7里，以木为垣，每面各开1门。齐齐哈尔原称“卜奎”，达斡尔语意为“吉祥”，原旧城位于嫩江西岸。康熙二十三年，又于旧城对岸建筑新城，以方砖砌筑城垣，呈四面不等边形，共开5门，城周长7里多，砖城外筑土城③。其余几座城池大多为旧城的沿用。

黑龙江省与盛京、吉林两省不同，它与俄罗斯有很长的边界，清廷除在上述城池构筑守备设施外，自雍正六年（1728年）起，还在中俄东段边界构筑了12处卡伦（即哨所），黑龙江沿岸筑了14处卡伦。这些卡伦与上述城池，均由黑龙江驻防八旗守卫。

黑龙江驻防八旗初建于康熙二十二年。是年，清廷设黑龙江将军，八旗步骑兵与原水师营共约11 000余人，均受其统辖，驻于瑷珲城。康熙二十九年，将军府移驻于墨尔根城（筑于康熙年间）。康熙三十八年，又移驻于齐齐哈尔城。此后，齐齐哈尔城便成为清王朝在黑龙江省的军事、政治、经济中心。

二、蒙古的边防工程

明末以前，中国北方的蒙古游牧民族，有漠南蒙古与漠北蒙古等称呼。明廷在北方的边防主要是防止蒙古各部的内扰，其边防建设也主要是修建、改建与扩建长城及其沿线的各种守备设施。后金皇太极于崇德元年（1636年）称帝前后，先后征服与臣服了漠南、漠北蒙古，使中国北方蒙古地区的边防态势发生了明显的变化。

1. 蒙古地区的边防态势

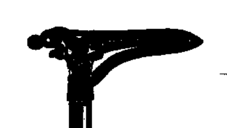
皇太极在征服漠南、漠北蒙古后，北部边疆出现了相对稳定的时期。之后，聚居于伊犁河流域的卫拉特蒙古（元称斡亦剌，明称瓦剌，清称厄鲁特或额鲁特）四部之一的准噶尔部，日益强盛起来。其首领噶尔丹野心很大，先以武力兼并卫

---

① 清·聂士城撰：《东游纪程》卷一、卷二《日历》，四川人民出版社，1986年版，载《近代稗海》，第一辑第131页。以下引用此书时均同此版本。

② 清·聂士城撰：《东游纪程》卷一、卷二《日历》，《近代稗海》，第一辑第167、169页。

③ 清·聂士城撰：《东游纪程》卷一《日历》，《近代稗海》，第一辑第133、134、137页。



拉特诸部，继而又征服新疆回部，进兵青海，笼络西藏，侵扰甘肃，于康熙十八年（1679 年）自称博硕克图汗。次年，又率骑兵 120 000 进取喀什噶尔（今喀什），攻占叶儿羌（今莎车），势焰南北疆。康熙二十七年（1688 年），噶尔丹乘漠南蒙古喀尔喀内部纷争之机，竟与沙俄势力相配合，率骑兵 30 000 进攻喀尔喀蒙古。喀尔喀蒙古战败，求援于清廷。康熙二十九年，清军在乌兰布通之战中击败准噶尔部。次年，康熙帝与漠南、漠北蒙古的首领参加多伦会盟，改变喀尔喀原有的部落组织，实行盟旗制度，稳定了喀尔喀长期动荡的局势。康熙三十四年，噶尔丹又统兵 20 000（一说 30 000），进抵喀尔喀蒙古巴颜乌兰（今蒙古国乌兰巴托西南），扬言欲借俄罗斯鸟枪兵 60 000 人进攻漠南。康熙三十五年至三十六年初，康熙帝率部亲征，在昭莫多之战中大败噶尔丹。噶尔丹于康熙三十六年三月死，准噶尔又告平定。

雍正七年（1729 年），清廷以卫拉特蒙古准噶尔军首领噶尔丹策零屡次攻掠喀尔喀蒙古，并藏匿青海和硕特部蒙古叛乱首领罗卜藏丹津为由，决定发兵征讨。雍正九年六月，清军在和通泊（今蒙古国科布多西）谷地中伏，战败。噶尔丹策零又派兵 26 000 进攻喀尔喀蒙古。雍正十年八月，清军在光显寺（又称额尔德尼昭，在今蒙古国鄂尔浑河上游）设伏，大败其部，噶尔丹策零逃遁。不久，遣使与清廷议和。

乾隆二十一年（1756 年），统治新疆回部的卫拉特蒙古辉特部首领阿睦尔撒纳发动叛乱，自立为巴图尔汗。乾隆二十二年，清廷发兵征讨，将其击败，最后平定了准噶尔。乾隆三十六年，西迁到伏尔加河下游的卫拉特蒙古土尔扈特部 30 000 余户，近 170 000 人，在其首领渥巴锡的率领下，克服了艰难险阻，冲破俄军的追击拦截，跋涉 10 000 余里，历时 8 个月，回到了伊犁。清廷封渥巴锡为亲王，妥善安置了渥巴锡的部众。蒙古地区自此出现了一定时期内相对稳定的局面。

还在蒙古尚未稳定时，沙皇俄国即不断入侵蒙古，中俄双方便在接壤处发生矛盾并逐渐加剧。雍正时，俄国派出以萨瓦为首的使团到中国谈判，要求中国让出外贝加尔地区。雍正五年（1727 年）七月十五日，中俄在布尔河畔签订了《布连斯奇条约》，规定东起额尔古纳河，中经恰克图，西至沙毕纳衣岭（即沙宾达巴哈），为中俄中段边界，以南归中国，以北归俄国。雍正六年五月十八日，中俄双方代表在边界重镇恰克图，正式签订《恰克图条约》。根据条约规定，两国以恰克图为界，旧市街划归俄国，清朝于旧市街南另建恰克图新市街。条约还规定中俄中段边界，按《布连斯奇条约》议定的条款划定。这段边界的划分，完全满足了俄方的要求，清朝北部的边防态势也由此形成。

2. 蒙古的城池与卡伦

清廷于平定蒙古各部后，将其分为漠南内蒙古、漠北外蒙古、漠西卫拉特蒙古、青海蒙古等四大部分，并开始筑城设防，连同雍正六年设置的 47 处卡伦，构成蒙古地区边防系统。与此同时，清廷开始设置军政衙门，增派驻防兵员，以加强蒙古的边防。

清廷在漠北外蒙古建筑的城池以乌里雅苏台（今蒙古国乌里雅苏台）与科布多（今蒙古国科布多）为最。乌里雅苏台城筑于雍正年间用兵准噶尔之时，城以



木为垣壁，中实以土，高1.6丈、厚1丈，城址在乌里雅苏台河北岸①。乾隆年间，又在城外山巅扼要处增建炮台。

科布多城建于雍正八年（1730年），又名和卜多，位于科布多河畔，其规模不详。

上述两城系雍正朝廷平定噶尔丹时所建，是在外蒙古建筑的两座军事、政治中心，也是清王朝防御沙俄入侵的边防工程的支撑点。雍正九年，清廷派乌里雅苏台定边左副将军与科布多办事大臣，分别镇守乌里雅苏台与科布多，指挥驻防八旗兵，掌管喀尔喀蒙古及唐努乌梁海部之军政，统管中俄边界中方于雍正六年设置的47处卡伦[13]。

为了处理中俄边界事务和加强对边防的管理，清廷还于乾隆二十七年（1762年）设置了库伦办事大臣。

三、新疆的边防工程

乾隆二十二年，清军平定了准噶尔，统一了天山北路。接着，清军又进入南疆，于乾隆二十四年夏平定了回部大小和卓之乱，统一了南疆。至此，天山南北各地又重新归于统一。统一后的新疆，由北而西及至南部的喀什噶尔，都与俄罗斯接壤。因此，筑城设卡，便是当时清廷为加强边防而采取的重要措施。由于新疆全境因天山山脉而划为南北两路，故其边防工程的建设各有不同的特点。

1. 北疆的边防工程

当时北疆地旷人稀，边防任务尤重，因此选择战略要地筑城设防，构成北疆边防的支撑点，便显得尤为重要。

乾隆二十七年，清廷统一新疆后不久，即将伊犁作为北疆第一个战略要地，开始以惠远大城为中心，建筑伊犁九城。惠远大城是最早建筑的伊犁九城之一。筑城当年，清廷设伊犁将军为军政长官，以惠远城为府治，节制新疆南北两路防务，并以参赞大臣1人辅佐。其余绥定、惠宁、广仁、瞻德、拱宸、熙春、塔勒奇、宁远等8城，分别作为驻疆军政官员的衙署所在地。由伊犁向东，沿天山北侧直至巴里坤一线，分布着八旗、绿营军镇和府州县的庆绥、迪化（今乌鲁木齐）等十多座城池，构成点线结合的防御地带。

北疆边防的第二个战略要地是塔尔巴哈台（今新疆塔城）。此处位于伊犁将军辖区和乌里雅苏台辖区的结合部，西部和北部与哈萨克斯坦接壤。鉴于此，清廷于乾隆二十九年（1764年）命参赞大臣绰勒多，从乌鲁木齐领兵移驻此地，并建筑肇丰城于雅尔（今新疆乌尔扎尔）。两年之后，又东移200多里，选择楚呼楚建筑绥靖城，作为塔尔巴哈台参赞大臣的驻地，构成北疆边防的重要支撑点。

2. 南疆的边防工程

南疆的边防要地有喀什噶尔、乌什、叶尔羌、和阗（今喀什、乌什、莎车、和田）等地。喀什噶尔是南疆最西部边境的重镇，古称疏勒。清廷在乾隆二十四年，平定大小和卓后即于喀什噶尔设参赞大臣，“总理天山南北事务”。二十七年，

① 《清史稿》卷七八《地理志二十五·外蒙古·喀尔喀西路札萨克图汗部》，《清史稿》十，第2436～2437页。《清史稿》卷一三七《兵八·边防·蒙古》说该城建于乾隆年间。今从前者。



筑徕宁城于沽漤巴海，城高 1.4 丈，周长 2 里多，呈方形，东南西北四面开设承恩、彰化、抚羌、辟远四门。乌什城于二十三年设办事大臣，并于三十一年筑永宁城。叶尔羌城于乾隆年间因旧城而用，至道光十一年（1831 年）参赞大臣进驻叶尔羌①，并于次年加固城垣，在城外挖深壕②。同时又将英吉沙尔城垣加高加厚，整砌垛口，深挖城壕③，并于咸丰九年（1859 年）增筑 9 座炮台。和阗因旧额里齐回城而用，于乾隆二十四年设办事大臣④。上述各城都有重兵驻守，构成南疆西部边防的支撑点。此外，还在沿边要地、山川隘口设置卡伦和台站，构成边防网络。

四、西藏的边防工程

清前期加强了对西藏的管理。康熙后期，策妄阿拉布坦重振准噶尔部，派兵进入西藏，占领拉萨。清廷闻讯后，于康熙五十九年（1720 年）兴师征讨，将准噶尔部逐出西藏，以康济鼐主持藏政，并派遣驻藏大臣设施监督。雍正年间，由颇罗鼐主持藏政，他死后，儿子珠尔墨特不服从清廷管辖。乾隆十五年（1750 年），清廷再次派兵入藏平叛，七世达赖与僧俗人众也反对叛乱，擒杀珠尔墨特，平定了叛乱，由驻藏大臣与达赖、班禅共同管理。同时增设塘汛⑤守兵 13 处，于前藏增兵 800 人，后藏增兵 400 人。乾隆五十四年，又开始在前后藏各增藏兵千人，在通往内地的定日与江孜（今西藏定日与江孜）两处要隘各增藏兵 500 人。统领藏兵之官称戴琫（藏人官名），原设戴琫 3 人，2 人驻后藏，1 人驻定日，后又在江孜增设戴琫 1 人。前藏兵隶于驻防游击，后藏兵及江孜、定日藏兵隶于驻防都司。驻防官由四川督抚选派优秀将官担任，驻防军队由驻藏大臣亲自统辖和校阅，并于打箭炉（今四川康定）择地设游击等官。

西藏地区多山岭，城池建筑甚少。乾隆五十八年，朝廷采纳和琳的建议，令其会勘后藏边界及鄂博情形，认为江孜地区已足以防守，只有定日地区的通道与要隘较多，须增建寨落（即驻兵营寨）以备守兵驻宿，添置鄂博以加强边界的守备⑥。

五、云南的边防工程

云南地处中国西南边陲，山高林密，是云贵高原的组成部分，其西、南两面分别与缅甸、老挝、越南接壤。清廷在与缅甸接壤的腾越厅、永昌府、顺宁府、普洱府，及其纵深的大理府、蒙化府等地，或利用旧有关隘，或增建守备设施，加强边防，派兵驻守。

---

① 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第 4082 页。

② 《钦定大清会典事例》卷八六八《工部·城垣·直省城垣修葺移建二》，《钦定大清会典事例》（二十），第 15830 页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八六八《工部·城垣·直省城垣修葺移建二》，《钦定大清会典事例》（二十），第 15830、15831 页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八六八《工部·城垣·直省城垣修葺移建二》，《钦定大清会典事例》（二十），第 15831 页。

⑤ 汛：按清代兵制规定，凡千总、把总、外委所统率的绿营兵都称汛，其驻防巡逻的地区称汛地。亦作“讯地”。

⑥ 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第 4084 ~4085 页。



腾越厅（厅治在今云南腾冲），系中缅边界要地，自南至北设有八关（汉龙关、天马关、虎踞关、铁壁关、铜壁关、巨石关、万仞关、神护关）、九隘（古勇隘、明光隘、马面隘、滇滩隘、大塘隘……），以及陇川、黑山门（今云南陇川、畹町）、杉木笼、千崖（今云南梁河西南、梁河西）等地，清廷则因地制宜，构筑城堡等守备设施，派兵驻守。如在通往缅甸的要道虎踞关，设南营都司镇守。在杉木笼、千崖各增设将弁营汛，以加强对铜壁关、巨石关、万仞关、神护关等咽喉要道的控制①。

腾越厅东侧的永昌府、顺宁府、大理府、蒙化府、普洱府、姚州（治分别是今云南的保山、凤庆、大理、巍山彝族回族自治县府、普洱、姚安）等地，也都是边防要地，清廷除在各关隘要地增设守备设施外，又在永昌城设永顺镇总兵（后改镇为协），在普洱镇设普洱镇将，在缅宁（今云南梁沧）等地设营驻守②。

道光年间，林则徐于迤西道（治今云南大理）移改协、营建制，增设弁兵，在永平县（治今云南永平）、永昌府等扼要之处，增设21汛，以加强守备。此外，在大理府上下二关、太和、弥渡、红岩、赵州、姚州、蒙化（今云南大量、大理北、弥渡、弥渡东北、大理东南、姚安、巍山彝族回族自治县府）等地，清廷则采取增筑守备城堡和增派兵员的措施，加强边界地区的守备③。

清廷在云南与老挝、越南为邻的普洱府、元江州、临安府、开化府等地的沿边关隘，也都采取与上述相同的措施，加强守备。

六、广西的边防工程

广西的西南面与越南交界，绵延千余里，其边防工程都建于三关、百隘、66处卡伦。其中三关是指自东而西的镇南关、平而关、水口关。百隘是指自东而西的湓涕隘、板蒙隘、叫荒隘、板邦隘、那河隘、隘店隘、那支隘、罗隘、由隘、镇南关内之关南隘、曳隘、布局隘、斗奥隘、苛村隘、上勾隘、平孟隘、百怀大隘等109隘。66处卡伦则分布于上述关隘之中。其中以镇南关及关内之关南隘为中路防线，镇南关东侧自由隘而东为东路防线，镇南关以西之关隘构成西路防线。镇南关（今广西凭祥友谊关）至龙州（今广西龙州）为守备重点。自清初至咸丰年间，广西中越边界无大事，清军因明代修筑的关隘等工程为用，新构筑者甚少。

七、边防工程的类型

清前期设于国界的边防工程，除较大的城池、堡寨以外，大多为界标或哨卡式建筑，规模较小，工程也比较简易，主要有墩台、军台、卡伦、鄂博等。此外，还在民族边界构筑碉堡、边墙、柳条边等设施。

1．墩台

清前期仍采用明代做法，在各省冲要之地与边境扼要之处，都要构造墩台，作为侦察、瞭望、报警之用。墩台的修筑通常由各省按工部规定的制式进行，所需费用从营房建筑费中开支，工程完毕时要具结保证，一般要保证在6～10年中不

① 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第4072页。

② 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第4072～4073页。

③ 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第4072～4073页。



致塌坏，如在限期内坍塌，要追查所在地区的督抚以及承造文武官员的责任，并要勒令赔造。在新建墩台的地方，还要附建烟墩五六座，以便有警时举烟为号，与清以前烽火台的作用相似。按清朝规定：

> 寇至百人者挂一席，鸣一炮；至三百人者，挂二席，鸣二炮；至五百人者，挂三席，鸣三炮；至千人者，挂五席，鸣五炮；至万人者，挂七席，连炮传递①。

由此可见，清前期边境的报警方式，仍处于比较落后的状态。

2. 军台

军台即驿站。清沿袭前代之制，于顺治四年（1647 年）进行整治，建成新的军台系统。自张家口以西至黄河以东，共设 344 台。自张家口以东至山海关以西，共设 417 台②。各台都备有车、马、船等交通工具，编有一定数量的台军，及时传递军情文书。南部则以喜峰口、古北口、独石口、张家口、杀虎口为通驿要口，通过这些要口，将军情文书传达至各旗。外蒙古则由阿尔泰所设之军台，将军情文书传达至边境各卡伦。至康熙三十一年（1692 年）征讨准噶尔时台数激增，自察哈尔向北向西至乌里雅苏台，共建 48 台③。自古北口、独石口、张家口、杀虎口和喜峰口至蒙古各部，建有近百座军台④。这些军台不但承担军情文书的传递，而且兼有保护商旅安全往来的作用。

3. 卡伦

卡伦是清前期为抵御外来侵略或防止少数民族上层分子动乱，在东北、漠北蒙古和西北边境设置的军事机构性质的哨所，即更番堠望之所。满语又称之为台，是建于要隘处供官兵瞭望的一种边防设施。有“常驻卡伦”和“移设卡伦”两种，后者随季节变化或设或撤或移，故又称“添撤卡伦”。各地卡伦由辖区将军委托各地副都统、总管、参赞大臣、办事大臣、领队管辖。卡伦通常设于军事要隘、矿山、牧场、屯垦等地区。卡伦的职能主要有：管理游牧，制止各种越界放牧或偷盗牲畜的行为；兼收贡税；警卫矿山开采和屯垦生产；稽查行旅，缉捕逃犯；传递军情和公文，保障交通安全；设于边境的卡伦则担负侦察瞭望、巡查边境、军情报警、保障交通等任务。边境卡伦还设有总卡官，具有对外交涉之权。边防卡伦还具有巡防的责任，巡防者多骑军马或者步行，各卡伦之间多因公务而往来联系频繁，从而形成了边防卡伦交通道路。从西北部乌里雅苏台设置的巴彦布拉克卡伦起，到东北松花江口设置的卡伦止，共设 93 处卡伦，全长 10 450 里，是一条漫长的边防卡伦路⑤。卡伦通常编有卡官、卡副、通事、卡目、卡兵等官兵，约 30 ~40 人，各视情况而有所差异。有的地区还在每 5 ~ 10 卡伦之上，编有总卡官，分管各卡伦的事务。

康熙二十年（1681 年），清廷设置了木兰围场，至乾隆二十四年（1759 年），

---

① 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第 4088 页。
② 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第 4088 页。
③ 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第 4089 页。
④ 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第 4089 页。
⑤ 此处的卡伦总数和卡伦路的里程，包括清后期增加的数量在内。



该场隶归理藩院统辖。围场位于承德，四面各长300多里，在高地、岗坡、隘口或山川之隙等40多处设有卡伦。这些卡伦专为巡逻哨守而设。围场虽为皇帝行围打猎设，但清朝皇帝常邀请蒙古、回部、哈萨克等少数民族的王公贵族参加，通过打猎活动，加强皇帝与各族上层人员的联系，以达到备边防、守疆土的目的。

4. 鄂博

鄂博也是一种边防设施，与边防卡伦的作用相似。满语鄂博是指石堆，所以鄂博有两种形式：一种是垒石而成，作为边防的界标；另一种是以天然山河作为边界的标志。鄂博多设于恰克图及其沿边地段的中俄接壤之处。

清廷除在中国与周边国家的边境地区，建设上述边防工程以保障边境的安全外，还在中原汉族与少数民族聚居地区的交界处，建设碉堡、边墙及柳条边等守备设施，以避免民族间的相互袭扰。

5. 碉堡

清前期通常在平定少数民族聚居地区的上层分子动乱后，便采取“筑边墙以严界划，筑土堡以资守御，筑哨台以凭瞭望”① 的措施，以保障各民族间的正常相处。如乾隆帝在平定大小金川后，即选择冲要地区增筑碉房；道光年间还在大树堡等地“濬河建碉，兼防河道”②，将守备与治河结合起来。又如在贵州、湖南苗族聚居地区，由于少数上层分子叛服无常，民难安居，自嘉庆初年平定动乱后，遍设碉堡，以资防范。其中凤凰厅（治今湖南凤凰）建堡卡碉台887座，永绥厅（治今湖南花垣）建堡卡碉台132座，乾州厅（治今湖南吉首）建汛碉121座，古丈坪及保境县境内（治今湖南古丈及保境）建汛碉69座③。据《清史稿·边防》④记载：

> 环苗疆数百里，烽燧相望，声息相闻。关墙则沿山涧建之。炮台则择冲要处筑之，哨台则于关墙之隙修之。卡碉屯堡，则因地制宜，或品字式，或一字式，或梅花式。其修建之制，关墙则土石兼施，炮台则以石砌，而筑土以实中心，哨台亦石砌，环凿枪孔，高峻坚实。碉楼之制亦然。关墙以严边界，炮台以备堵截战守，哨台为巡逻瞭望之用，屯堡为边民聚卫之所，卡碉则战守兼资。其防守兵丁，有警则荷戈，无事则秉耒，进攻退守，为持久计……

这些墙台碉堡都以综合配套的形式出现，守备的官兵又屯守结合，耕战兼资，故在当时收到了稳定边界地区的作用。

6. 边墙

清前期的边墙有两种，一是因明代的长城边墙而用，一是新建边墙。因明代边墙而用的除东北辽宁与吉林的边墙外，清廷还于雍正九年（1731年）命直隶疆臣，修治古北口、宣化、大同三处边墙，并在冲要处增设鹿砦与木栅，以备堵

---

① 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第4087页。
② 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第4070页。
③ 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第4093页。
④ 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第4093页。



御①。除湖南苗族聚居区新修的边墙外，清廷于雍正二年平定青海罗卜藏丹津叛军势力后，在甘肃与青海交界的巴尔托海至扁都口创筑了边墙堡寨②。这些边墙都具有保护两侧居民相安而处的作用。

7. 柳条边

柳条边又称“盛京军墙”、“柳墙”、“柳城”、“条子边”，是清王朝围圈其“龙兴重地”盛京地区的禁戒式柳条篱笆墙，而不是国家间的边防城墙。柳条边的组成和结构比较简单，主要由边门、一壕、两墙，以及墙上的植柳组成，其筑法是先选择筑边地址，在其中挖掘成一条连续的堑壕，壕口宽 2.6 米，底宽 1.6 米，深 2.6 米。而后在这条连续壕的后面 3～5 米处，以夯土筑成一道连续的土墙，墙底宽 2 米，顶宽 1 米，高 2 米。再在这道墙的后面 5～10 米处，构筑一道连续的低矮土墙，墙底宽 2 米，顶宽 1 米，高 1 米。在这两道土墙上，每隔 1.67 米，植柳条 3 株，相邻两株之间，用绳子联结横条柳枝，即所谓“插柳结绳”之说的由来。柳条边分老边和新边两部分。

老边于顺治年间分段筑成，至康熙年间又经过 3 次扩展，建成新边。按当时规定，汉人和蒙古人严禁越过禁区进行打猎、采人参和放牧等活动。老边和新边的结合点为辽宁开原的威远堡，由威远堡向东南和西南的老边走向是：东南段经英额城（今辽宁清原东）、兴京（今辽宁新宾）到凤凰城入海。西南段由法库、彰武等地到山海关。两段边墙总长约 975 千米，自东南至西南共建有凤凰城、瑷阳、碱厂、兴京、英额、威远堡、法库、彰武、白土厂、清河边、九官台、松岭子、新台、梨树沟、白石咀、鸭水堂 16 座边门，都分布在辽宁省的辽河流域。由威远堡向北的新边走向是：经四平、伊通、九台到舒兰的亮甲山，总长约 343 千米，绝大部分在吉林省境内，自西南向东北共建有布尔图库、克尔素（一作苏）、伊通、法特哈等 4 座边门。

老边自开原以东归盛京兵部管辖，边墙以东为围场禁地。老边自开原以西归奉天将军管辖。新边归吉林将军管辖。边墙以西为蒙古部落的驻牧地。初设边门 21，后减为 20。每门常驻官兵数十人，稽查出入。除边门之外，各边门之间还设有边台，其中新边在 4 边门之间，共设有 28 座边台，以加强守备点的密度。吉林省境内现在尚存有 250 千米左右的新边墙，虽失当年风貌，但其遗址尚清晰可见。康熙年间扩建的新边，不但缓解了原来老边内旗人地少人多、粮食紧缺的矛盾，而且又在新边内外广修驿路，并将边门设置于交通要道中。威远堡边门为黑龙江与吉林的咽喉之地，法特哈边门是伯都讷与黑龙江往来的通道，法库边门则是蒙古通向盛京的要地，克尔素边门成为通往吉林与伊通的必由之路。

清前期除在边境地区建筑各种边防设施外，还实行定期巡边的制度，这对保证边防安全、边界稳定、边境安宁，都产生了积极的作用。

---

① 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第 4079 页。

② 《清史稿》卷一三七《兵八·边防》，《清史稿》十四，第 4066 页。



第三节 海防与江防工程

清前期的海防与江防要塞工程，大致是在明代后期卫所城寨的基础上，经过改建与扩建而成的，其作用在于缉捕“盗贼”。时至嘉庆后期即19世纪初叶，用大中型舰炮装备起来的欧洲舰船，已屡屡侵扰我国沿海各地，进行罪恶的鸦片走私活动，并非法收购制造军火的原料硝石、硫黄与铁矿砂等。原有的海防与江防设施，已无法有效地打击这些罪恶活动，于是海防与江防的形势便日趋严峻，海防与江防要塞建筑的改造与更新便迫在眉睫。

一、海防要塞

清前期的海防与江防，大致按沿海的行政区划进行分区守备，按由北而南的顺序，分别为东三省海防、直隶海防、山东海防、江南海防（含长江江防与苏北江防）、浙江海防、福建海防、广东海防。

1. 东三省海防要塞

东三省海防尤以清代龙兴之地的奉天（又称盛京，约当今辽宁大部）为重。奉天沿海东起鸭绿江口，西至山海关，共有口岸39处，尤以金州、旅顺为重中之重。顺治初年，清廷即于旅顺口编练水师营，配备赶缯（zēng，古代丝织品的总称）船10艘，归金州副都统督训①。康熙五十五年（1716年），清廷为旅顺水师营建营房1 344间②，为旅顺要塞的发展奠定了基础。雍正四年（1726年），旅顺口至凤凰城沿海又增编1个水师营，加强巡哨。乾隆十三年（1748年），清廷批准在旅顺口东岸建筑炮台3座，安海岸炮3门③，旅顺口从此开始向炮台式要塞发展。嘉庆三年（1798年），清廷在金州所属的小平岛海口建炮台2座，安炮2门，并在羊头洼海口建炮台1座，安炮1门。嘉庆四年，又在旅顺口黄金山建炮台1座，安炮1门，造办处给金州水师营拨换铁子母炮19门④。旅顺口炮台式要塞已初具规模。道光二十五年（1845年），清廷鉴于第一次鸦片战争失败的教训，在以旅顺、金州为中心的辽东半岛南端，进行一次大规模的海防建设：在金州建炮房10间、炮台9座，植排钉木桩81根，建烟墩27座；在复州挖战壕1 080丈，建烟墩7座；在熊岳建炮房1间，挖战壕80丈，筑土墙14.4丈，建烟墩2座；在水师营驻地附近水域，植排钉木桩970根，挖战壕300丈，堆垒石块230堆。与此同时，又在宁远（今辽宁兴城）建炮房3间，筑土墙30.2丈，挖战壕300丈，堆石块100堆；在锦州盖火药房7间，挖战壕150丈⑤。通过这一次大规模的建设，使

---

① 《清史稿》卷一三五《兵六·水师》，《清史稿》十四，第3982页。

② 《钦定大清会典事例》卷八七二《工部·营房·各省营房》，《钦定大清会典事例》（二十），第15868页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16127页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八九八《工部·军火·直省火器》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16130页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八七四《工部·营房·各省营房二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15888～15889页。



奉天环渤海北部的海防建设得到了明显的加强，形成了我国北方一处较为典型的要塞海防工程群，为光绪年间旅顺、大连、威海、大沽等近代海防要塞的建设奠定了基础。

吉林与黑龙江两省，有松花江与黑龙江贯省出海，虽非海防重点，清廷亦在两省各设水师营巡防。珲春（今吉林珲春）地处图们江下游，是吉林省重点建设的海防要地。

2. 直隶海防要塞

山海关是盛京与直隶的接合部，系海防要地之一，明王朝建立之初即建成了坚固的关城。清军入关后也因旧城而用，并进行了一些修缮。据道光二十一年八月哈嚷阿奏称，其时山海关石河口岸，已建成3座炮台，各安8 000～1 0000斤的大铜炮1门，炮台外筑有土堤一道，堤外又挖有深壕，内插竹签，藉以加强防御①。

直隶的天津与大沽口，是南北运河及永定、大清、子牙等五河的入海处；北连辽东，有旅顺、大连为其左翼；南有登州、莱州（今山东蓬莱、掖县）为其右翼，是清廷为防止敌人从海上威胁京畿的要地。顺治初年，清廷即在大沽口增置战船，以备守御。雍正四年（1726年），清廷于海口芦家咀设天津水师营并建造营房，以加强海口的守备。又从天津南门外至庆云县（今天津庆云），分设25处营房，屯兵驻守②。嘉庆二十二年（1817年），清廷鉴于海防建设日益重要，便在大沽海口建营房1 800多间、看守炮台兵房4所22间、校场箭厅8间、火药局10间③，初步建成了海口要塞。道光年间，天津水师营汛先后在东城门外陈塘庄及海口等处，增建墩台75座，配套营房38处④；同时在天津海口增建炮台与营房，修筑土堡，并将芦台建成直隶沿海的后方基地⑤。经过这些建设，至道光二十一年，天津大沽海口并北塘海口两岸已建成大型炮台7座、中型炮台7座、小型炮台13座，共安海岸炮144门。大沽海口外水中设暗木桩、石船、铁锚、铁链、铁蒺藜，并在水面设木筏一道⑥。经过上述建设，大沽海口已成为清代此时在北方的重要海防要塞。

3. 山东海防要塞

山东海岸自直隶经山东半岛屈曲而南至江苏，有大小海口200余处，其中青、登、莱三府（府治今山东青州、掖县、蓬莱）地形突出，三面临海，威海岛屿环

---

① 清·哈嚷阿奏：《筹画布兵安炮折》（道光二十一年八月三十日），见《筹办夷务始末·道光朝》（三），第1256～1257页。

② 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第4098～4099页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八七三《工部·营房·各省营房二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15878页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八七四《工部·营房·各省营房三》，《钦定大清会典事例》（二十），第15882、15888页。

⑤ 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第4098～4099页。

⑥ 清·僧格林沁奏：《查阅天津大沽口驻兵设炮形势折》（道光二十一年十月十九日），见《筹办夷务始末·道光朝》（三），第1433～1436页。



列，隔海与朝鲜相望①，与天津、大沽及旅顺、大连形成保卫北京的环渤海湾海防的三足鼎立式战略支撑点。

顺治元年（1644 年），清廷于登州设水师营，配备 13 艘战船分防东西海口。康熙四十三年（1704 年），又增兵增船，扩展巡防海域，东至烟台、宁海州（今山东烟台、牟平），西至莱州府城②。乾隆五十五年（1790 年），清廷又命胶州、文登、即墨（今山东胶州、文登、即墨）等各营驻军兼防胶州湾、五垒岛湾、崂山湾等海口，并修建各海口炮台③。道光年间，清廷以芝罘岛控扼福山、烟台（今山东福山、烟台）等海口，并在莱州、黄县、蓬莱、宁海、荣成、即墨、胶州（今山东莱州、黄县、蓬莱、牟平、荣成、即墨、胶州）所属 13 岛，建筑海岸炮台，安设火炮④。威海则因明代所建之威海卫城作为海防的基地，修建炮台，安设火炮。

4. 江南海防要塞

江南海岸自海州（今江苏连云港西南）至长江口，为以前典河入海处，泥沙久积，统称五条沙，为海岸天然保障，沙宽水浅，大船不能靠岸。长江口与吴淞口水深溜大，巨舰可直驶长江，故为江南海防重地。长江以南至松江府（治今上海松江）奉贤县，南接浙江海面，其间港口罗列，海防任务亦重。崇明（今上海崇明）孤悬海中，海防不可轻视。

顺治十四年，清廷命梁化凤为水军都督，率军万人，驻防崇明、吴淞。又因松江府（治今上海松江）三面环海，设提督，驻重兵。自顺治至康熙年间，驻吴淞口清军除依托明后期所建卫所城寨守外，又增建了一些土塘与炮台。道光二十年（1840 年）六月，陈化成出任江南提督，对旧有已被毁坏的炮台进行整修。至次年五月陈化成陪同裕谦查看吴淞口与宝山设防情况时，炮台已得到整修，共安火炮 240 余门⑤。吴淞口沿海两岸，均筑有土墙，墙高约 2 丈，顶宽约 1.7 ~ 1.8 丈，墙顶设有雉堞，垛口安有火炮，监视海面，又有火攻船 40 艘备用⑥。与此同时，上海炮局为了应付急用，也在道光二十一年四月至九月，赶铸成 1 000 ~ 6 000 斤铜铁炮 62 门⑦，改善吴淞与宝山等地的装备。

5. 浙江海防要塞

浙江沿海北连江苏之松江府（治今上海松江），南接福建。杭州湾之乍浦、澉浦、海宁、杭州之鳖子门（今浙江乍浦、澉浦、海宁、萧山东北龛山旁）、定海、镇海、台州、温州（今浙江舟山、镇海、临海、温州）等地，都是海防要地。清初平定浙江后，即派兵筑垒，加强海防建设。康熙二年（1663 年），清廷即于沿海

---

① 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第 4101 页。

② 《清史稿》卷一三五《兵六·水师》，《清史稿》十四，第 4002 页。

③ 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第 4101 页。

④ 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第 4101 页。

⑤ 清·裕谦奏：《驰赴镇海并江苏防堵情形折》（道光二十一年五月十五日），《筹办夷务始末·道光朝》（二），第 1609 页。

⑥ 清·裕谦奏：《驰赴镇海并江苏防堵情形折》（道光二十一年五月十五日），《筹办夷务始末·道光朝》（二），第 1071 页。

⑦ 清·梁章巨等奏：《续调官兵防御折》，《筹办夷务始末·道光朝》（三），第 1360 ~ 1361 页。



立桩界，增设墩、堠、台、寨，驻兵警备。雍正七年（1729年），增建沿海海口要塞炮台①。嘉庆后期至道光年间，海防吃紧，英军入侵，嘉兴、海宁、定海、台州、大荆、玉环、乐清、盘石、温州、平阳等地驻军，建造提炼硝石、硫黄，焙制木炭与配制火药的作坊②，以满足抗击侵略军的需要。与此同时，清军还在乍浦、定海之濒海处筑炮台、堆土墙、垒石墙，安置数十门火炮，并在镇海海口两岸的招山与金鸡山增建炮台，安置86门1 000～4 000斤的火炮，又筑土墙护卫③，还在甬江口填塞巨石，暗钉木桩，以此为障碍。

6. 福建海防要塞

福建沿海多岛屿海口，福州在闽江口，其近海之琅琦岛（今福建长乐东北）、金牌、五花门等都是海防重地。福清近海之海坛岛（今福建平坛岛）为水师驻地。兴化府（府治今福建莆田）之平海、南日等岛，都有驻军守备。泉州之金门、厦门二岛，近卫泉、漳（今福建泉州、漳州），远控台、澎。台湾之基隆、彰化、高雄亦为海防要地。

顺治十七年（1660年），清廷为加强泉、漳二州的守备，派兵驻镇海（今属福建）、高浦（今福建同安东南）二城。雍正四年，浙闽总督高其倬操练沿海水师，巡视闽省各海口④。嘉庆八年（1803年），清廷命福建北端的驻军福宁（府治今福建霞浦）镇标左营改编为水师营，移驻于三沙，添建各种营房674间⑤，成为颇具规模的要塞。嘉庆二十二年，又将漳州镇标中、左、右、城守4营的火药局，移建于磨房山顶地方并合为一处，共建厂房20间，扩大火药制造，供泉、漳二州驻军使用⑥。道光二十年（1840年），鸦片战争爆发，福建厦门的海防骤紧，当地驻军即扩建守备设施，加强防御。至道光二十一年二月，厦门海口的青屿、白石头、水操台、头巾礁、文汛口、沙坡尾、虎头山、屿仔尾等处，都建有石壁与炮台，共安置大小火炮279门⑦，使防御能力得到了一定的加强。

康熙二十二年，施琅以水师20 000克台湾，清廷即在台湾设府治理，派兵驻守，除利用岛上东、南、西三面原有的城堡建筑外，不断扩建海防工程。乾隆五十五年，清廷下令将台湾府城（今台中）的原建木城，改建为土城，并将嘉义县（治今台湾嘉义）土城加高加厚，以资守备⑧。之后，清廷又在台湾沿海的基隆、彰化、高雄等要地，建筑了多座炮台。

7. 广东海防要塞

---

① 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第4109～4110页。

② 《钦定大清会典事例》卷八七三至八七四《工部·营房·各省营房》，《钦定大清会典事例》（二十），第15876～15883页。

③ 清·伊里布等奏：《镇海等要口添筹堵御工事折》，《筹办夷务始末·道光朝》（二），第702页。

④ 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第4113页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八七三《工部·营房·各省营房二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15874页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八七三《工部·营房·各省营房》，《钦定大清会典事例》（二十），第15878页。

⑦ 清·颜伯焘奏：《厦门防剿情形折》，《筹办夷务始末·道光朝》（二），第879～880页。

⑧ 《钦定大清会典事例》卷八六八《工部·城垣·直省城垣修葺移建二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15828页。



广东省南濒南海，自东至西的潮州、惠州、广州、肇庆、高州、雷州、廉州、琼州等8府（府治今广东的潮州、惠州、广州、肇庆、高州、海康，广西的合浦，海南的琼山）及其沿海的岛屿，都是海防要地，珠江口则是重中之重的海防要地。

广东的海防建设，在清前期起步较早，大致与旅顺口的海防建设同时进行。康熙五十六年（1717年），清廷在广州海滨建筑横档与南山两处炮台①，是为虎门炮台式要塞区建筑之肇端。乾隆五年（1740年），又整修广东沿海要地已经损坏的炮台，以备海防之用。嘉庆五年（1800年），为加强珠江口的守备，建筑了沙角炮台（照片31）。嘉庆二十至二十五年，英国在广州沿海走私活动日益猖獗，清廷为加强虎门要塞的守备能力，先后在横档炮台处加筑月台，在南山西北增建安设有多门火炮的镇远炮台，新建安设32门火炮的大虎山炮台②。在镇远炮台后建造配套营房及护卫炮台的土墙一道③。在广州东南珠江右岸番禺县所属地段建筑新炮台1座，并建筑火药制造局所需要的各种营房50间④。

自道光年起，广东沿海形势日趋紧张，清军爱国将领纷纷奏请朝廷采取措施，加速海防建设。道光二年（1822年），即在番禺县所属地段建1座大黄窖炮台，炮台外围有一道60多丈长的围墙，墙内建有弁署办公房3间、兵房24间、火药制造局及其配套用房⑤。同时又在广州东南珠江左岸东莞县所属地段增建大虎山炮台1座、拱台城楼1座、敌楼1座、望楼1座、弁署办公房3间、兵房28间、军装局1间、火药制造局厂房1套、更楼2间⑥。道光五年，在广东水师提标中营驻守的镇远、大虎、横档、沙角、蕉门、南山等6座炮台内，又各添建火药局厂房1套，共6套⑦。道光六年，东莞县又增建火药制造局厂房及兵房55间，在镇远炮台后挖掘壕沟一道，在大虎山炮台添筑石槽一道，以贮存淡水⑧。道光十二年，东莞县所属地段又在大角山添建1座安设16门火炮的炮台，以及望楼、城楼、弁署办公房、兵房、军装、火药局厂房等配套营房，并挖掘深井、深壕，以供淡水⑨。上述虎门炮台式要塞区的建筑已具有综合配套的特点，守台部队可以利用火药局制造的火药以及贮存的淡水，进行较长时间的坚守。

---

① 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第4116页。

② 《清史稿》卷一三八《兵九·海防》，《清史稿》十四，第4116页。

③ 《钦定大清会典事例》卷八七三《工部·营房·各省营房二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15878页。

④ 《钦定大清会典事例》卷八七三《工部·营房·各省营房二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15880页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷八七四《工部·营房·各省营房三》，《钦定大清会典事例》（二十），第15883页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷八七四《工部·营房·各省营房三》，《钦定大清会典事例》（二十），第15883页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷八七四《工部·营房·各省营房三》，《钦定大清会典事例》（二十），第15885页。

⑧ 《钦定大清会典事例》卷八七四《工部·营房·各省营房三》，《钦定大清会典事例》（二十），第15885页。

⑨ 《钦定大清会典事例》卷八七四《工部·营房·各省营房三》，《钦定大清会典事例》（二十），第15887页。

道光十四年（1834 年）九月，关天培就任广东水师提督，设提督府于虎门，到任后即亲自到各炮台进行勘察考查，找出薄弱之处，按实战的需要，提出改建和扩建炮台的建议，并在威远和镇远炮台之间增建靖远炮台，在上横档岛西增建永安炮台，在西岸南沙山（即芦湾山）增建巩固炮台，在南山威远炮台前增建环形月台及大角、沙角的瞭望台①。道光十九年，奉命禁烟的钦差大臣林则徐，受命节制广东水师，与关天培一起筹办以虎门为重点的广东海防，在武山与横档海面较狭窄之处，布设大木排与大铁链，以防英舰闯入珠江口，进而威胁广州②。与此同时，两广总督邓廷桢也在横档山前海面狭窄之处，增设链排，在威远与镇远二炮台之间，增建 1 座安设 60 门大炮的大炮台③。道光二十年，林则徐又在沙角嘴之石脚上官涌偏南之处，增建炮台、火药制造局厂房和兵房等配套营房④。经过关天培、林则徐、邓廷桢等人的努力，虎门已建成自成体系的炮台式要塞。

8. 虎门要塞的建筑特点

虎门要塞是清王朝自康熙至第一次鸦片战争前，所建炮台式海防要塞中构筑最坚固、体系最完备、规模最宏大的一处，反映了清前期炮台式要塞建筑的水平。它有三道锁钥控扼珠江航道。从伶丁洋过虎穴向北，东有沙角山，西有大角山，夹岸对峙，各有 1 座炮台监视江面，构成进入珠江口的第一道锁钥。由沙角、大角沿江上溯 3.5 千米，有上下横档岛耸立于江中，将水道分隔为二：西航道多暗沙，不便通航；东航道可通大船。航道两侧各有 3 座炮台控制航行，是进入珠江的第二道锁钥。由横档岛再上溯 2.5 千米，有大虎山岛矗立江中，其西为小虎山，两山夹峙狮子洋航道，各有 1 座炮台，监视出入珠江的舰船，成为控制进入珠江的第三道锁钥（图 3－4－3）。这三道锁钥，依次渐窄。至第一次鸦片战争前，已建有官涌、沙角嘴、沙角、威远、靖远、镇远 6 处炮台，东航道西侧已建有大角、巩固、横档、永安、新涌、大虎山和小虎山、下横档等 8 处炮台。两侧共建有 14 处炮台，除官涌和蕉门炮台距航道较远外，其余 11 处炮台分列于两岸，成一一对应之势，如同几对大钳，钳制航道（图 3－4－3）。上述自珠江口上溯 6 千米区段内的要塞建筑群，可谓当时沿海各要塞之冠。

关天培在深入勘察后所改建和扩建的炮台，在构筑技术上有所改进。他认为，旧式炮台用砖石包砌，外表刚脆易裂，一旦被炮弹击中，顿时碎石横飞，击伤守台官兵和击毁台上设备。于是建议“将炮洞石墙及铺地石块全行更换”⑤，改用巨

---

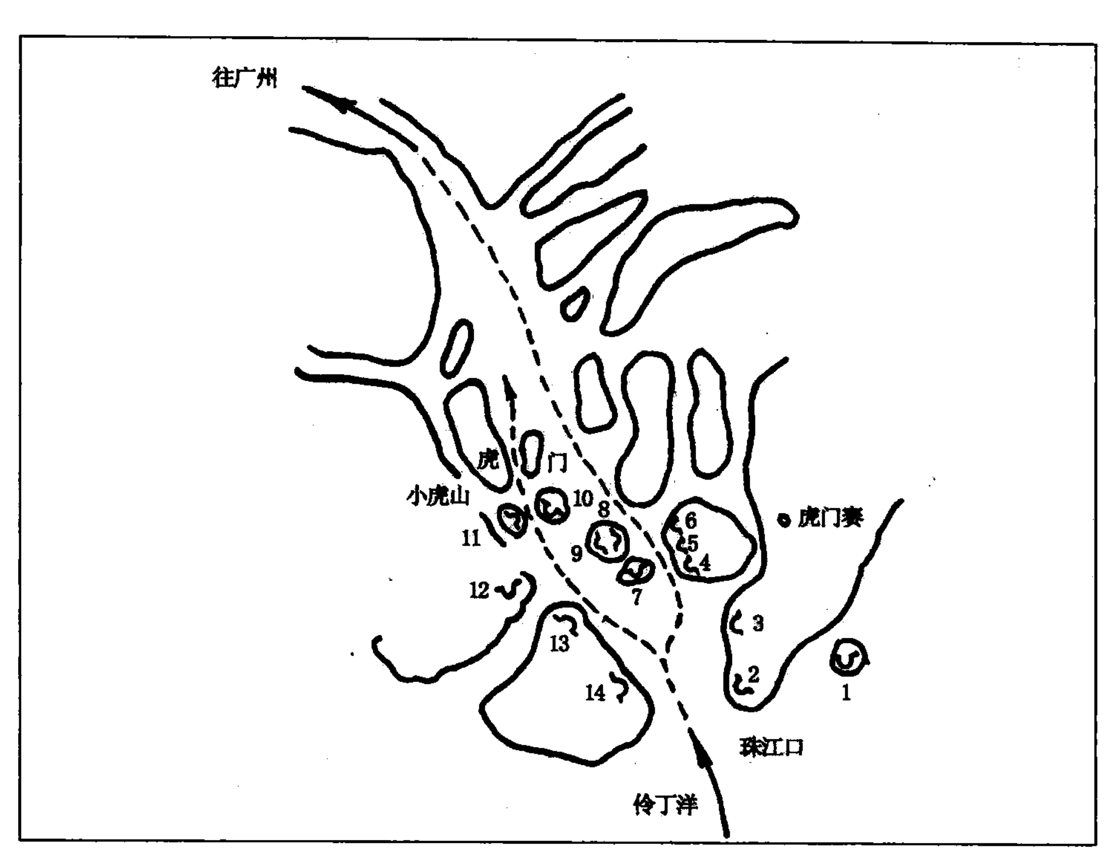
① 《清史稿》卷一三八《兵九・海防》，《清史稿》十四，第 4116～4117 页；又见关天培《筹海初集》卷一，道光十五年二月二十九日《查勘虎门扼要筹议增改章程咨稿》、道光十四年十一月二十八日《重勘虎门炮台筹议节略稿》。

② 《清史稿》卷一三八《兵九・海防》，《清史稿》十四，第 4116 页；又见关天培《筹海初集》卷一，道光十五年二月二十九日《查勘虎门扼要筹议增改章程咨稿》。

③ 《清史稿》卷一三八《兵九・海防》，《清史稿》十四，第 4116～4117 页；又见关天培《筹海初集》卷一，道光十五年二月二十九日《查勘虎门扼要筹议增改章程咨稿》、道光十四年十一月二十八日《重勘虎门炮台筹议节略稿》。

④ 《清史稿》卷一三八《兵九・海防》，《清史稿》十四，第 4117 页；又见关天培《筹海初集》卷一，道光十四年十一月二十八日《重勘虎门炮台筹议节略稿》。

⑤ 清・关天培撰：《筹海初集》卷一，道光十五年二月二十九日《查勘虎门扼要筹议增改章程咨稿》，第 12 页。



1. 官涌　2. 沙角嘴　3. 沙角　4. 威远　5. 靖远　6. 镇远　7. 下横档　8. 横档
9. 永安　10. 大虎山　11. 小虎山　12. 新涌　13. 巩固　14. 大角　Ω 炮台

图 3-4-3　虎门要塞炮台分布图

石为基，基上用三合土砌筑台墙，增加胸墙和台顶覆土的厚度。用沙袋或三合土围护火药库，达到“以柔克刚”① 避免和减少损失的目的。

除对炮台进行改筑外，关天培还采用在珠江航道第二道锁钥中设置拦江铁链和埋植大木桩等两道障碍物。第一道设在南山镇远炮台山脚及其对岸饭萝排之间的江面上，由 320 丈长的大铁链，分段与用 5 丈长大木编成的 36 个大木排扣连而成。第二道设在横档西面山脚及其对岸南沙山芦湾嘴之间的江面上，由 516 丈长的大铁链，分段与 44 个大木排扣连而成②。两者相距 100 丈。拦江铁链的设置方法是：先在两岸的岸壁上掏成石槽，用 8 000 斤重的废铁炮嵌入槽中，炮身横加 4 道铁箍，而后将 4 条铁链结扣在铁箍上，并使两岸的铁链套扣在一起；沉入水中的铁链，再适当增加相互间的扣连，提高其整体障碍能力。木排的制作方法是：先用 4 根 5 丈长的大圆木捆合成小木排，夹钉两道横木；再用 4 个小木排组成 1.7 丈宽的大木排，两端夹钉 6 道横木，并用 30 个铁箍将两端横木紧箍在一起，成为坚固结实的整体。使用时，把木排放入江中，并将铁链托起。再以 240 副铁锚用棕缆绳将

① 清·关天培撰：《筹海初集》卷一，道光十五年二月二十九日《查勘虎门扼要筹议增改章程咨稿》，第 14 页。

② 清·关天培撰：《筹海初集》卷一，道光十五年二月二十九日《查勘虎门扼要筹议增改章程咨稿》，第 12 ~ 14 页。

木排锚钉牢固，使木排稳定在水中一定位置。同时在两道障碍物之间的南山脚下增筑1座炮台，配置大威力火炮60门，控制航道，使障碍物的拦阻作用与火炮的轰击威力结合在一起，发挥综合的毁杀作用。按照关天培的设想，敌舰在通过第一道锁钥后进入第二道锁钥前，先遭到南山威远和下横档炮台的交错轰击，即使进入第二道锁钥，也会被拦江铁链和木排拦阻，同时还要遭到新筑炮台火炮的轰击，定会遭受严重的损坏，或者再也没有能力向前闯进，其御敌守口的筹划不可谓不精。

为了堵击闯过第二道锁钥的敌舰，关天培又在第三道锁钥的大虎山炮台前约100丈处，设置木桩式障碍物。其法是在江滩浅水之处，用大石块堆砌成七星形布局的石堆，高6~7尺，在石堆中插植大木桩，高出水面2尺，木桩可借挤砌牢固的石块而不至倒塌，石块可借木桩的维护而不被冲走。根据敌舰的宽度，共设置3列木桩，交错成品字形布局，使敌舰无法通过①。此外，新涌炮台所在地，也采用立桩堆石的办法，阻碍敌舰的航行。关天培还令部下事先准备多艘装满大石块的船只，停泊在航道中的险要之处，若敌舰闯入珠江而拦阻没有奏效时，即沉船江中，阻碍敌舰的航行。

经过关天培等爱国将领改建和扩建的虎门炮台式要塞，既继承了明朝后期沿海城寨建筑技术的长处，又有防御敌军舰队进攻的新鲜内容，反映了中国古代军事筑城技术，从以城墙城池建筑为重点，向以炮台建筑为重点过渡的时代特色，在军事技术上虽不能说先进，但也具有一定的使用价值。

首先，虎门要塞各炮台既有一定的独立抗敌能力，又有此呼彼应的协同作战的作用。就当时所建的每一座炮台而言，都配置了十几门乃至几十门大炮，若敌舰来犯可立即还击。就要塞区的全部13座炮台而言，它们都因地制宜，分布在珠江入口处的三道锁钥中，交错配置在山顶、山腰和山脚下，构成了坚固防御阵地，具有左右环射和高低迭射的综合火力，轰击来犯的敌舰。

其次，虎门要塞所建的三道锁钥阵地，首尾相距约7.5千米，构成沿江大纵深的带形防御阵地。使敌舰在经过这三道锁钥阵地时，遭到迭次轰击，丧失战斗力。

其三，虎门要塞具有海岸炮轰击和江面障碍物拦阻相结合的特点。关天培以第二道门户中的镇远、横档炮台和拦江铁链作了说明：如果敌舰闯入第一道锁钥后，“欲进，则为排链所阻；欲退，则风水不容；而三台炮连环轰击，上流火船趁风下压，兵船（遇）之，虽铁骨铜身，恐不免灰烬。纵使闯断一层，已伤其丰，第二层排链又岂能飞越”。②

从当时国内情况与中国古代军事筑城技术的历史发展来说，关天培对虎门要塞所采取的各种改建和扩建措施，是尽了最大的努力和取得了一定成效的，并在一定程度上发展了中国古代的军事工程技术，这是难能可贵的。但是，由于关天培所采取的措施是在与世界完全隔绝和对敌情缺乏了解的情况下作出的，所以缺乏针对性和存在着较大的局限性，因而不可能产生想象中的抗敌效果。再加上清

① 清·关天培撰：《筹海初集》卷一《查勘虎门扼要筹议增改章程咨稿》，第12~14页。
② 清·关天培撰：《筹海初集》卷一《查勘虎门扼要筹议增改章程咨稿》，第13页。



廷的腐败和一些统兵将领的畏敌怯战，虎门要塞最终还是在 1841 年 1 月 7 日被英军的坚船利炮所攻破。

二、江防要塞

清前期虽然在珠江、闽江、甬江、钱塘江、长江沿岸，都建有一些江防工程，但其重点在珠江和长江。珠江口至广州城的江防要塞，也就是虎门地区的海防要塞，两者已合二为一。长江江防是清前期江防要塞建设的重中之重，它既以明代后期沿江江防基地建设为基础，又有不少发展。

同海防一样，清前期也将数千里江防划分为若干防区，分别建置水师营，选择险要之地建筑各项江防设施，巡视和守备、负责各自的江面，并在有警时进行协同作战。

吴淞口是长江的入海口，既为海防要地，又是长江江防的龙头，自康熙年间起，清廷已命驻军在此防御地区建筑炮台式要塞，至道光年间已初具规模，其详情已如前述。

由吴淞口溯江而上约 200 里，便到福山（今江苏常熟北，长江南岸）与狼山（今江苏南通东南狼山，长江北岸）对峙江岸的长江咽喉之地，两地设有多处墩堡，分别由福山营和狼山营驻守。道光二十四年（1844 年），清廷因此处江面较宽，便在刘闻沙、东生洲、顺江洲、沙圩等处，修筑炮堤，安置火炮，并增配大小战船 130 余艘①。

由福山与狼山沿江上溯，便是长江航道的第三道锁钥，即江南岸的江阴要塞。沿江向东北依次有君山、黄山、长山、巫山。黄山陡峻，突入江中，与靖江相望，是长江下游最狭窄处，据山而守，可控制江面。第一次鸦片战争失败后，清廷作亡羊补牢之举，于道光二十三年在伸入江中的鹅鼻嘴山上建筑炮台，设险守御②。由于吴淞口至江阴的长江江防与海防密切相关，浑然一体，故在前期由江苏海防节制。

镇江又称京口，位于长江与运河交汇处，系运河之咽喉，南京之屏障，长江下游之要地。镇江城雄峙长江南岸，西北有金山，东北有北固山、焦山、象山，其东 25 千米处有圌（chuí）山关。顺治年间，清廷在江南岸设圌山水师营，下辖丹徒港汛、南炮台汛等 7 个汛，各汛都建有烟墩、炮台、木楼等设施，守备 26 千米的江防[14]。至道光二十二年，上述各山有的已筑有炮台、安有火炮，仅圌山关炮台就安有 20 门火炮。除圌山营外，镇江城还驻有巡江营，巡防乐亭港汛、东马头汛等 7 个汛的 33 千米江防。营内有备用的木筏与火炮，可横截江面，拦击来犯之敌。江中潭家洲与南岸间有“拦江牌”相连，并列有火炮[14]。镇江北岸有瓜州水师营，下辖沙港汛、沙河港汛等 6 个汛，守备 28 千米的江防，备有火炮与木筏，与江中潭家洲间有“拦江缆”相连[14]。

南京是清朝江宁府的所在地，周围的乌龙山、幕府山、狮子山、富贵山、清凉山、雨花台等，是环绕府城的制高点。清初在江宁城外驻有游兵营，在江北的

---

① 《清史稿》卷一三八《兵九・海防》，《清史稿》十四，第 4105 页。
② 《清史稿》卷一三八《兵九・海防》，《清史稿》十四，第 4104 ~4105 页。



浦子口（今江苏浦镇）驻有奇兵营[14]。游兵营下辖13个汛，其中田家沟汛、西梁山汛等6个汛在江北岸，守备90千米的江防；四合山汛、采石汛、大胜关汛等7个汛与芜湖县城在江南岸，守备98千米的江防。奇兵营下辖19个汛，其中浦口汛、浦山汛等9个汛在江北岸，守备130千米的江防；三江口汛、七里洲汛等10个汛在江南岸，守备95千米的江防。两营的守备区内都建有炮台、木楼等守备设施。

安庆为江苏入上游之门户，襟江带湖，锁钥南北，地势险要，为兵家必争之战略要地。清初在安庆府驻有安庆水师营，东流、望江两座县城在其界内，下辖12个汛，其中沙湾角汛、武梁州汛等8个汛在江北岸，守备135千米的江防；黄石汛、李阳河汛等4个汛在江南岸，守备130千米的江防。守备区内建有炮台、木楼等守备设施[14]。

九江为长江中游江防要地，地势险要，湖口、彭泽两座县城在其界内。清初在九江府驻有九江镇标水师营，康熙元年（1662年），改为九江协标水师营，下辖清江汛、鱼嘴汛等。守备区内建有炮台、木楼等设施[14]。

上述清初在长江沿岸建筑的江防要塞，自吴淞口至南京的建筑，要比安庆以上的建筑完备和坚固一些，但从总体上说，还只是炮台式要塞建筑的开端，其守备能力尚属有限。

三、海防与江防工程的类型

清前期的海防与江防工程，除与边防工程相类似的城池、堡寨外，便是以炮台为重点，以台城和望楼、火药局与弹药库、演武厅、营舍、围墙，以及拦江铁链（索缆）、拦江牌、木筏等为配套设施建筑起来的要塞防御体系。这种防御体系，通常建筑在沿海的岛屿、海口、海岸和沿江的一些要地上，形成相应的岛屿要塞（如澎湖要塞、舟山要塞）、海口要塞（如虎门要塞、温州要塞、镇海要塞、吴淞要塞、大沽要塞）、海岸要塞（如烟台要塞、威海要塞、大连要塞、旅顺要塞）、江防要塞（如江阴要塞、镇江要塞、江宁要塞）等。

1．炮台

炮台是沿海与沿江要塞的主体建筑，大多以炮台群的形式出现，一般为二三座至十余座不等。台址通常选在居高临下、背山面海、视界开阔之地。在虎门、江阴等至关重要的要塞区，常在山顶、山腰和山脚等不同的地形层次和纵深内，分层建筑炮台群，配备适量的火炮，监视海面、江面，控扼海口和航道，护卫海岸和江岸各要害部位。作战时，各炮台可以互相策应，连环守卫，以立体和交错火力，射击来犯的敌舰。当时建筑的炮台都是裸露式的，即露天炮台。台身以天然山石为基，基上用砖石砌筑台身，台顶外沿有挡墙，墙壁开炮眼，顶上有垛口，安于墙后的火炮从炮眼和垛口向外发射。炮台周围大多筑有围墙，保护炮台。这种炮台由于顶部没有覆盖，火炮暴露在外，平时久经风雨侵袭，容易锈蚀损坏，战时也容易成为敌舰舰炮轰击的目标。因此，这些炮台在建筑之初，就留下了不利于作战的隐患，第一次鸦片战争的结果充分说明了这一点。

2．台城和望楼

有些建筑比较完备的炮台，还在炮台建筑区的适当位置建筑台城和望楼，两



者结合在一起，构成全炮台的指挥所。

台城大多建筑在炮台后面的制高点上，四面建有围墙。围墙周长通常在400～500米之间，墙高2米、厚0.6米，墙面每隔1米开一个射孔，各孔交错排列，形成不同射角。整个墙面只开一道城门，门高约2.5米。距门外约8米处构筑一道护门式挡墙，墙高3米、宽4米、厚0.8米。通常与台城配套建筑的有侦察瞭望敌情的望楼两座，一大一小。较大的望楼为两层结构，可瞭望远距离的敌情。较小的望楼建在城内，既可瞭望敌情，又可指挥作战。有的台城还在城墙外建筑1座小炮台，用以护城。

3. 火药局与弹药库

为了保证在战时能有充裕的弹药供应，要塞区还建有火药局与弹药库，两者都建于炮台后侧的隐蔽处所。火药局专制火药，内有提炼硝石、硫黄，焙制木炭与配制火药的厂房，少则4间，多则10余间。火药制成后，密封于竹篓或坛瓮中，存于弹药库内备用。弹药库大多掘地而筑，用砖石砌成拱形顶，覆盖较厚，以免被炮弹击毁。弹药库有暗道与炮台相通，保证能在战时向炮台内安全地输送弹药。

4. 营舍和演武厅

营房大多分散建筑在炮台后侧的隐蔽处所，供守台官弁议事和食宿休息之用。为保障营舍的安全，一般还在其周围砌有附带战斗设施的围墙，以便遇警时依托其进行战斗。演武厅是清军演练武艺、讲习操法的场所，各地水陆驻军的营地都有这种建筑。演武厅通常与将台、教场、月台相随而建。如嘉庆二十五年（1820年），驻江苏省的海州水师营就在“北门外临城河滩官地，建演武厅三间，并将台、月台、教场”①。其中教场为官兵操练阵法、战法所用，将台为将官督察或检阅官兵操练而建，月台则为一般官员观看操练而建。要塞区所建演武厅、将台、教场、月台的规模，当视守台官兵演练炮术等武艺的需要，因地制宜而建，不能强求一律。为保护演武厅等建筑物的安全，通常还在其周围建筑一道围墙。

5. 围墙

为保障炮台和各项建筑物的安全，有些要塞炮台还建筑周长数里的围墙，把它们全围圈在内，并沿墙构筑环形阵地，使守备炮台的炮兵和步兵能进行协同作战。

6. 简易炮台

简易炮台又称临时炮台、应急炮台，有沙墩炮台、土垒炮台、石壁炮台等形式，又称沙墩之法、土垒之法、石壁之法，是沿海一些重要口岸在第一次鸦片战争中，于无永久性炮台之处临时建筑的一些简易炮台。

沙墩炮台又称沙堆炮墩。其法是用长4～5尺、阔2尺左右的麻袋，内装就近从海滩挖取的岸沙，将其层层堆垒，高5～10余层，厚3～4层，长10～100余丈，视地形地势而定。沙墩之外壁，用破旧小船侧竖，使船底向海，船舱向内紧贴沙袋，用粗大绳索绑固于沙墩上，以为保护。火炮安于墩内，炮口从两船相邻的缝

① 《钦定大清会典事例》卷八七三《工部·营房·各省营房二》，《钦定大清会典事例》（二十），第15881页。



隙中伸出，轰击来犯之敌舰。炮墩堆成后，以每5名士兵操射1炮，以百门炮交错布成品字形炮阵，能收到一定的守岸效果。厦门海口曾堆筑过这种炮台，敌炮弹射来，只能洞人沙墩2尺左右。

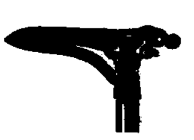
土垒炮台的堆垒法与沙墩炮台相似，只是易沙为土而已。挖壕堆台，台成壕就，炮安台上，兵在壕中，操炮轰敌。

石壁炮台是就近取石，垒砌成台，台高1丈、厚8尺、长500丈。每隔5丈安炮1门，壁后建简易兵房，供守台之官兵食宿。但敌舰炮弹射来，石壁容易炸裂成洞，不如沙墩与土垒炮台柔韧。

7. 障碍设施

沿海与沿江口岸的障碍设施，有拦江索、拦江铁链、木桩群、拦江木牌（排）、拦江木筏等。这些设施虽然多有建筑，但最具代表性的还数虎门要塞区所建的设施。

自清初至第一次鸦片战争的200年中，清廷虽因沿海形势的日益紧张而不断下令各地驻军建筑炮台式要塞，增铸大型海岸炮，建造木质风帆战船，初步建成了相对的海防与江防要塞防御系统，与明代后期相比，确不乏历史性的进步。但是这种进步，与英国侵略者在同一时期内发展坚船利炮，加速向外侵略扩张的程度相比，又有很大的差距，因而从军事工程技术发展的总体上，显示出时代的落后性。再加上清朝最高统治者政治上的腐败昏庸，经济上的贫穷落后，清军战斗力的低下，最终使几经努力而建成的落后于时代的海防与江防要塞，被敌人的坚船利炮所攻破，并使中国人民饱受被侵略与被奴役的痛苦。



第五章
战船建造与水师的编制装备

在欧美国家用坚船利炮大规模入侵我国沿海之前，清前期水师装备的战船，大致可分为外海战船与内河战船两大类。它们虽有差别，但都是木质帆桨战船。它们虽与海防、江防要塞的其他各项建设一起，构成沿海、沿江各口岸的守备设施，但其主要任务的实质性内容，都是作为缉捕“盗贼”之用，并没有考虑在西方坚船利炮大规模入侵的情况下，在海上进行大规模反侵略战争的准备，因而都显得陈旧与落后。

第一节　战船建造

清前期的工部都水清吏司，没有设立其直接管辖的大规模战船建造基地，即没有建立战略性的大型战船建造厂，只是稽核、估销各省修造战船的工料经费。战船的大量修造，都由设于各省的造船厂承担。清军虽然在崇德元年（1636 年），自宁古塔（今黑龙江宁安）征瓦尔喀（今地不祥）时初造战船，又在顺治十八年（1661 年）于吉林水师营驻地乌拉鸡陵（今吉林市）设立战船建造厂，建造斛船与划子船。但是这些都是属于临时性或应急性造船。真正设厂造船并形成战船建造的系统，则是在康熙至乾隆年间。

一、战船建造厂

康熙至乾隆年间设置的战船建造厂，大多分布在沿海和沿江各省的府、州、县治的所在地，以山东、云南与长江中下游居多。

1．东三省与直隶战船建造厂

东三省设立的战船建造厂较少，除顺治十八年在吉林水师营驻地设立的造船厂外，别无其他造船厂。吉林战船建造厂除建造斛船、划子船外，还为齐齐哈尔水师营、墨尔根水师营、黑龙江水师营的战船进行大修①。

奉天的旅顺口水师营与金州水师营设于顺治初年，它们所装备的战船，主要由山东、浙江、福建等地的战船建造厂建造。

直隶天津水师营所装备的大小赶缯船由山东登州（今蓬莱）和胶州（今胶州）两个战船建造厂建造，专供外海水师使用。

2．山东战船建造厂

山东有登州和胶州两个战船建造厂，厂址都是明朝的水军基地，有较好的基础。清廷于雍正三年（1725 年）规定，登州战船建造厂主要为登州水师营（又称山东北汛水师营）修造战船，胶州战船建造厂主要为胶州水师营（又称山东南汛

---

① 《钦定大清会典事例》卷九三七《工部・船政・战船二》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 15501 页。



水师营）修造战船[①]。此外，还为山东以北的一些水师营修造战船。

3．江苏战船建造厂

清廷自雍正三年起，在江苏的苏州、松江、扬州、镇江、江宁、上海、太仓、刘河、淮安、海州等地先后设立了战船建造总厂或分厂，之后又经过调整、迁移和合并，至道光二十四年（1844年），便集中为江宁和苏州两个战船建造厂，为长江和外海水师建造大小舢板船与大艍船[②]。

4．浙江战船建造厂

浙江省有雍正六年设立的宁波和温州两处战船建造厂。前者为定海镇水师营、象山城守营、杭州协等水师营修造战船，后者为温州镇标中左右3个水师营修造战船[③]。是年，清廷还以两厂所建造的头号艍船、二号赶缯船、三号双篷艍船、四号快哨船等战船为样板，让其他战船建造厂按其规格进行建造和验收[④]。雍正十一年（1733年），清廷又在乍浦地方设立战船建造厂，为乍浦、杭州、嘉兴、湖州地区的水师营修造战船[⑤]。此外，浙江省的战船建造厂还为驻奉天旅顺口的水师营修造战船[⑥]。

5．福建战船建造厂

福建省有雍正三年设立的福州、漳州、台湾3个战船建造厂，分别由兴化、泉州、永春州（治今莆田、泉州、永春）、汀州、漳州、龙岩州（治今长汀、漳州、龙岩）道、台湾道的文武官员监造战船[⑦]。雍正七年，又于泉州设立战船建造厂[⑧]。上述4厂在雍正年间，共承修唬船、哨船、赶缯船、双篷船共242艘。嘉庆年间，上述4厂又改造各型同安梭船和米艇型战船，装备福建及台湾、澎湖、金门等地水师营[⑨]。

6．广东战船建造厂

广东省于雍正三年设立4处战船建造厂[⑩]。其中广州府、惠州府、肇庆府（治

---

① 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16493页。

② 《钦定大清会典事例》卷九三八《工部·船政·战船三》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16516页。

③ 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16493页。

④ 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16493页。

⑤ 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16496页。

⑥ 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16493页。

⑦ 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16493页。

⑧ 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16494页。

⑨ 《清史稿》卷一三五《兵六·水师》，《清史稿》十四，第4014～4015页。

⑩ 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第16493页。



今广州、惠州、肇庆）3 府共于广州护城河南，潮州府（治今潮州）于潮州，高州府、雷州府、廉州府（治今茂名、海康、广西钦州）3 府共于芷芎（今黄坡），琼州府（治今海南琼山）于海口，各设 1 处战船建造厂，分别为上述各地水师营修造战船。乾隆二年（1737 年），清廷又于龙门（今广西龙门）设立战船建造厂，为龙门水师、协等水师修造外海战船 ①。

上述情况表明，清前期设置的战船建造厂，基本上建于当时东三省、直隶、山东、江南（江苏）、浙江、福建、广东等 7 个水师驻地的主要基地，为 7 个水师修造外海与内河战船。其中东三省、直隶天津、山东、福建等地的战船建造厂，以修造外海战船为主；江南（江苏）、浙江、广东等地的战船建造厂，既修造内河战船，又修造外海战船；江西、湖广等地的战船建造厂，以修造内河战船为主。战船建造厂的这种分布情况，虽具有因地制宜、就近建造、就近装备不同型号战船的特点，但从总体上说，则不能形成战船建造的战略基地，分散了战船建造的人力、物力、财力，因而也就不能为清前期组建保卫海疆的战略海军，提供充裕而精良的各型战船，致使英国海军在第一次鸦片战争闯入我国海疆时，清军外海水师竟不能到海上抗敌，只能让守备海口、海岸的清军，依托薄弱的海防设施，抗击英军的坚船利炮，大清帝国的大门终于不幸被打破。

二、战船建造的规章制度

清前期虽然没有制定关于修造战船系统完整的规章制度，但是在皇帝的谕、旨、诏、令、批复中，则有许多类似规章制度的内容，既有政令性的，也有工艺技术性的。归纳起来，大致有如下几个方面②。

1. 申报与批准

按清廷规定，各地水师如需修造战船时，应先造册上报兵部，由兵部汇交工部，工部批准后给战船建造厂下达任务。各厂在领受任务后，限在接到文件后 1 个月内，领取所要修造的战船数额，再用 1 个月的时间估算工料和价银，上报工部。工部核准后给承修厂下发文件，以文件到厂日期起算，按工程类别限定修造日期：大修 3 个月；小修 2 个月；修造战船，直隶 4 个月，山东 6 个月，福建、台湾 10 个月，其余各厂 4 个月；大修拆造，江西 3 个月，湖广 6 个月；小修江西 2 个月，广东、琼州 6 个月，其余厂 4 个月。以竣工日期为准，其间领送旧船，检测估价、修理期限都不得超过。各厂在年终时，将修造战船的数量、船名、所用钱粮、旧料价值等项目，一并造册报送工部核准。

2. 修理年限

康熙二十九年（1690 年），清廷规定：外海战船新造后，3 年小修，小修后 3 年大修，大修后 3 年如尚堪应用，仍令大修，若不堪修理者，由所在督抚题明拆造；内河战船新造后，3 年小修，5 年大修，大修后 3 年仍会小修，小修后 3 年如尚堪应用，仍会大修，若不堪修理者，亦题明拆造，以便核销。

---

① 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16496 页。

② 这些内容记载于《钦定大清会典事例》卷九三六至卷九三八《工部·船政》“战船一”至“战船三”，《钦定大清会典事例》（二十一），第 16492～16517 页。



各地在按规定年限修理战船时，要逐一核实，对于已到大、小修年限而暂停修理者，已到拆造年限而改为大、小修者，小修后未到5年大修年限而船身已渗漏不便行驶者，都要按实际情况推迟或提前修理，减少或增加修理费用。

有些报请修理战船单位与承修战船单位的官员之间互相勾结，利用上述规定之漏洞，或偷工减料，或将不需修理的战船涂上油漆后充作小修，将小修充作大修，将大修充作拆造，以此高报修理等级，虚报冒领修理经费进行私分，贪赃枉法日益严重，朝廷虽屡颁禁令，亦不能杜绝。

3．委官督理和验收

清廷委官督理修造战船之事，始于康熙十七年，此后日益完善，形成制度。雍正三年（1725年），清廷规定在修造外海战船的苏州、扬州、镇江三府之战船建造总厂中，每年委派道员1人监修，遴选副将或参将1人共同监督，会同布政使确估后开工。其中道员可遴委同知通判3人，每厂各1人；副将可遴委都司守备3人，每厂各1人，分司其事。战船修造竣工后，又委派官员进行验收。如雍正七年规定，江南（江苏）省各战船厂修造之战船，扬州厂由总督，庙湾与东海二营由总漕（管理漕运之官），苏州厂由巡抚，镇江厂由将军，松江厂由提督等官员，亲自验收后，交付各营使用。督理和验收人员一经确定后，均需报工部备案。

清廷实行督理与验收分离的制度，意在保证修造战船的质量，以满足军方对战船使用的需求。谁知在执行过程中，修造战船者常有偷工减料、以次充好之举动，监造验收者又以此为借口，向承造承修者敲诈勒索，以至互相勾结，直至分赃为止。即使将按规格修造的战船交付水师营后，也因管理不善，任凭日晒雨淋，损坏船具船械，甚至被船工盗卖。

4．额定工料和造价

由于战船建造厂设于沿海和沿江的不同省份，虽然每一类型战船的用料相同，但材料价格和总造价仍各有差异，为便于核算，清廷于康熙三十四年（1695年）规定，各督抚、将军、提镇将所在地区建造的战船，按各地方工料价值，估题报销。

如果承修承造战船的官员在领取估算银两和材料后，因事离任或有升迁，必须造册具结，向接任官员交清账目，由接任官员验明核实后盖印报审。如承修承造人病故，其子弟或家人不得办料承修承造，而由接任官员验核送审。

自乾隆元年（1736年）起，清廷对江南、两淮、山东、湖北、广东、浙江、福建、台湾等地战船建造厂所修造的战船，增加一部分津贴银，以改善战船建造的条件。凡修造战船时换下的旧料和楂柴，都应折算成银两，造册上报。

由于战船小修、大修和拆造的用料和造价各不相同，承修和承造官员、工匠，都会利用各种机会，采用各种手段，巧立名目，中饱私囊，这是清前期战船建造系统所无法解决的难题。

5．裁汰与更新

为了保证水师战船的良好性能、质量与战斗能力，清前期也根据人力、物力、财力和作战训练的需要，注意裁汰旧船和更新战船。裁汰和更新大致在两种情况下进行。



第一种是例行裁汰与更新。对于经过多次小修与大修的旧船，如果仍然不堪再行拆造续用，便按规定报废，重新建造新船，给所在水师营补足应装备的船数。乾隆十三年（1748年），清廷曾下令各省督抚，将部下旧有各项船只，更造更换各项船只，以及续有应行改造船只，全部造册报送工部，以便统一裁汰与更新。自乾隆十七年起，集中性的裁汰与更新便在广东水师营中进行，重点是外海战船。至乾隆五十四年，清军各水师营装备的大多数战船已得到更新。但是这种裁汰与更新，大多是在战船形制构造基本不变的情况下进行的，所以并没有多少改革性的更新。

第二种是改革战船形制构造的裁汰与更新。乾隆六十年，即乾隆帝弘历在行将退位之年，发出了改革外海水师战船的上谕，指出外海水师原设战船过于笨重，尤费修造钱财，成为承办之员贪污营私、中饱私囊的行业。故令沿海各省督抚将现有战船，一律按照商船的形制构造进行改造，以满足在外海缉捕之需。嘉庆元年（1796年），嘉庆皇帝颙琰即位伊始，便忠实贯彻上皇旨意，率先下令将奉天水师营装备的外海战船，按福建省同安商船的形制构造进行更新，该船长7丈、宽1.8丈。此后，又改造成多种规格的同安型战船，成为嘉庆至道光年间的一种主要战船。除同型战船外，嘉庆四年，清廷又以广东东莞一带的米艇型商船为模式，改造成米艇型战船。此后，又建成多种规格的米艇型战船，并安装了火炮。嘉庆至道光年间以新型的同安船与米艇船更新水师的战船，虽然较乾隆年以前的战船有所改进，但是其着眼点仍在于沿海缉捕盗贼，并不完全适应海上作战的需要，所以其总体上的陈旧落后状态，并没有得到改变。于是又有官员在道光二年（1822年）奏称米艇船缉捕未能得力，再次请求裁汰的建议。与此同时，内河水师的大量陈旧战船，已经不能承担水战之重任了。

6. 惩治规定

由于清前期各省战船建造厂在战船修造的各个环节，都存在失职违章，偷盗变卖、虚报冒领等弊端，为杜绝此类弊端，保证战船的修造质量，清廷曾陆续颁布一些惩治规定，归纳起来，大致有如下几个方面。

其一，违期者罚。康熙二十九年（1690年），清廷规定，战船大修限3个月，小修限2个月，违期者视情况处罚。乾隆三年（1738年），清廷又为此制定了具体的处罚措施：违期不及1月者免罚，1月以上者罚俸6月，2月以上者罚俸1年，3月以上者罚俸2年，4月以上者降1级留任，5月以上者降1级调用；督理之员，违期1月以上者罚俸3月，2月以上者罚俸6月，3月以上者罚俸1年，4月以上者罚俸2年，5月以上者降1级留用；督抚违期2月以上者罚俸3月，3月以上者罚俸6月，4月以上者罚俸9月，5月以上者罚俸1年。

凡送修的战船到厂后，承修官员必须及时验查，提出修理报告，上送工部。此项工作周期，内地限1月，台湾限2月。承修官员如不及时验查，逾期不上送，以致贻误船工，即按照承修官员违逾修造战船期限之例，进行处罚。

其二，监造失职者参。凡战船在修造过程中，负责监造的官员，如委任滥竽充数或敷衍失责的人员料理，或听任匠役包揽与偷工减料，以致影响所修造战船之质量，一经查明，即按失职题参。



其三，敲诈勒索者按律治罪。凡在战船建造厂监造的官员，因敲诈勒索或收受贿赂而降低验收标准，致使偷工减料之船得以验收，若经督抚、提镇及布政使、按察使于竣工之日查出，即按浮冒侵蚀罪惩治。

其四，盗卖船具什物者一律治罪。凡利用战船修造之机，拆换船具什物，私自盗卖者，一律治罪。

其五，虚报冒领修造战船钱财者治罪。凡文武官员互相勾结作弊，虚报修造战船数额，冒领钱财者，一经查出，要从重治罪，并拿该管之大臣是问。

其六，唯利是图者治重罪。凡有不肖官员，利用战船修造之机，希图偷工减料，使修造之船不固或无用者，一经查出，将承修官与包修官一并革职，督修官按徇弊例降3级调用，提镇降1级调用，原验收督抚交部议处，并责成其照价赔偿所修造战船之经费。

其七，以战船贸易取利者治重罪。凡有不法官员，令子弟亲属将战船贩卖外省或赁于商人，至安南、日本贸易取利者，必严行稽查，从重治罪，并追究该管大臣虚冒废弛之咎，交部严议。

其八，借修理战船而误操误防者按律以处。为了保证在修造战船之时，不贻误水师的春秋大操和在汛巡防，清廷曾于康熙五十七年（1718年）规定，凡届期应修之战船，先修理一半，而后轮修另一半。以免贻误操练和巡防。此规定虽多次重申，但仍有违例者。乾隆二十四年（1579年），崇明镇标各营，以战船悉数修理为辞，停息春操。清廷即令按康熙朝规定，将在厂修造战船撤回一半，以应秋操，并将各营管官按律议处，督抚亦负失职之过而交部议处。

清前期历届朝廷为保证战船的建造质量，对战船的督造和验收、大修和小修年限、工料和造价、工艺规程、维修和保养等方面，制定了不少规章制度，设条不可谓不多，章程不可谓不严，但由于各地官员玩忽职守，贪污营私，承办者视其为空文，督率者漫不稽查，敷衍了事，甚至互相勾结，欺上瞒下，所以造船的质量难以保证，在用的战船保养不善，船具被盗窃变卖，作战训练时不敷使用，这就从战船装备的基本条件上，削弱了清军水师的战斗力。

三、战船的基本类型

同清前期军队装备枪炮的名称有数十种之多一样，《清史稿》卷一三五《兵六·水师》，《清朝文献通考》卷一九四《兵十六·军器·战船》，《钦定大清会典事例》卷九三六至卷九三八《工部·船政·战船一》至《工部·船政·战船三》等文献，也记载了清军水师装备的数十种外海战船与内河战船，主要有下列几种类型。

1. 外海战船

外海战船主要装备当时驻防沿海的7支水师，由奉天、直隶、山东、江南、浙江、福建、广东水师部队，根据各自驻防海区的特点，有选择地装备其中的几种战船，以发挥其综合配套的战斗作用。雍正二年（1724年），清廷将赶缯船、水艍船、双篷舡船、快哨船等，列为4种基本战船。此外，还有40多种配套使用的战船。

赶缯船，是清代前期将明代沿海的一种渔船，经过改装而成的一种主力战船

（图3－5－1）。有赶缯船、大赶缯船、小赶缯船、犁缯船等4种型号规格：船体长7.1～10.85丈，宽1.79～2.29丈，舱深6～8.6尺，板厚2.6～3.2寸，用梗木棍15根、舵牙2根、水藤和竹篾各130～150斤，分19～24舱，竖双桅，安双舵，配2支大橹、2只铁锚，备4个木椗，有1个头梢。按大、中、小3种规格，分别编制80名、60名、50名水兵，装备42支、30支、25支排枪，以及一定数量的火药、弹丸、火罐、火箭等。

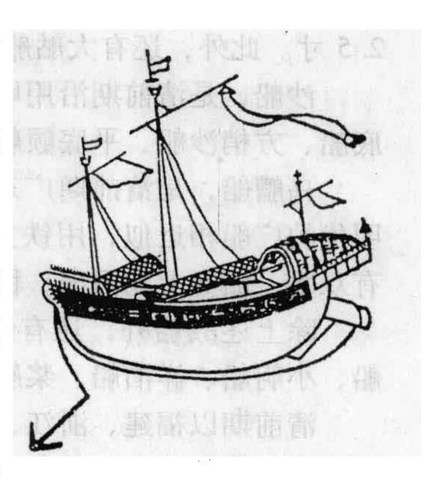


图3－5－1 赶缯船

水艍船，是清前期福建与浙江沿海的一种运输船，福建与浙江外海水师将其改造成为一种主力战船（图3－5－2）。有艍船、水艍船、双篷艍船、艍哨船、艍犁船等5种型号规格。船身用松木建造，头号艍船长8.9丈，宽2.25丈，舱深7.9丈，板厚3.1寸，桅高8.2丈，船体结构坚牢，机动性能较好。按大、中、小3种规格，分别编制35名、30名、20名水兵，装备16支、14支、10支排枪，以及一定数量的火药、弹丸、火罐、火箭等。

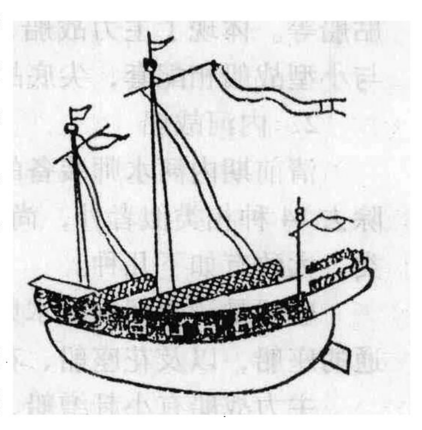


图3－5－2 水艍船

同安船，是嘉庆元年至五年间（1795—1800年），福建水师将福建省泉州同安县的一种商船，改建而成的一种主力战船，以代替乾隆年以前使用的赶缯船和水艍船两种系列的主力战船。同安船呈梭形，驾驶灵捷，适于外海追捕“盗贼”。嘉庆十一年，福建水师又依照同安梭船建成新型的木横洋同安型战船，船体宽2．6丈，具有较强的战斗力。

米艇船，是嘉庆四年广东水师，将广东东莞县的一种运米船改建成的一种主力战船，以代替乾隆年以前使用的赶缯船和水艍船两种系列的主力战船。米艇船以坚固迅捷闻名，有大、中、小3种型号规格，首批建成93艘。其中大型47艘，长9丈、宽2丈、舱深9.4尺，载重2 700石。中型26艘，长7.65丈，宽1.88丈，舱深8.47尺，载重2 000石。小型20艘，长6.48丈，宽1.64丈，舱深5.5尺，载重1 500石。米艇船改为战船后，经过试用，其作战效果并不理想，嘉庆二十五年（1815年），江南水师已裁撤20艘，至道光年间已基本裁完。

唬船，是外海与内河水师都使用的战船。外海水师所装备的唬船与大唬船，最大的长8丈，宽1.5丈，舱深7尺，也是一种主力战船。

哨船，是清军外海水师装备的一种轻便型系列性战船。有小哨船、快哨船、平底哨船、白艕哨船、双篷哨船、哨船等6种型号规格。其中4号快哨船长4.8丈，宽1.4丈，舱深5尺，板厚2寸，属中型战船。

巡船，是清军外海水师装备的又一种中型轻便战船。有巡船、快哨巡船、海哨巡船、六桨巡船、八桨巡船等5种型号规格。

舢船，是清前期福建沿海的一种运输船。福建水师有时作为军用船。浙江和山东水师曾建造过一种双篷舢船，长6.4～6.6丈、宽1.75丈、舱深6.1尺、板厚



2.5 寸。此外，还有大舢船、白膀舢船、双篷舢船、圆底双篷舢船等 4 种舢船。

沙船，是清前期沿用明代的一种平底海船，适用于北方沿海作战之用。有平底船、方梢沙船、平底舾船等 4 种规格型号。平底舾船是当时的一种炮船。

乌艚船，是清前期广东沿海的一种木帆船，原为渔船，后改为战船。船型与明代的广船相近似，用铁力木建造，船身乌黑而形如槽，故名乌艚。船首两侧绘有双眼，船身上宽下窄，稳性较差。

除上述战船外，还有钓船、拖风船、艕仔船、艕快船、乌舭（pí）船、舢板船、小舸船、洋泊船、桨船、六桨船、八桨船、双篷船等 12 种辅助性战船。

清前期以福建、浙江、广东 3 支外海水师装备的外海战船较为完备，其中尤以福建水师装备的外海战船最具代表性。它们是赶缯船、双篷艍船、哨船、平底哨船、白膀哨船、双篷哨船、平底船、平底舾船、双篷舢船、白膀舢船、圆底双篷舢船等。体现了主力战船、辅助战船与后勤保障船相结合，大型战船、中型战船与小型战船相配套，尖底战船与平底战船相兼备的特点。

2. 内河战船

清前期内河水师装备的战船在型号规格上，比外海水师装备的战船更为繁杂，除去 14 种相类似者外，尚有 62 种不同的型号规格。若从基本的战斗作用进行分类，大致有如下几种。

座船是清前期内河水师的指挥船，有时也作为乘载官兵的战船。主要有最普通的座船，以及花座船、花官座船、花驾座船等 4 种。

主力战船有小赶缯船、唬船型的唬船、快唬船、吧唬船、沙唬船等主力战船，有哨船型的哨船、中哨船、快哨船、海哨船、二橹哨船、四橹哨船、桨橹哨船、八桨哨船，及不列名目的大号战船、二号战船、江船与边江船等 18 种。这些主力战船除少数外，大多比外海战船的规模小。如天津水师营的小赶缯船长 6.5 丈，江西南湖水师营的沙唬船长 4.4～6.8 丈，浙江内河水师的四号快哨船长 4.8 丈、阔 1.4 丈、舱深 5 尺，江苏内河水师营的其他战船大多长约 4.7 丈。

轻便型战船，有快船、小快船、大快船、内河快船、快号船、桨船、四桨船、六桨船、八桨船、小八桨船、中八桨船、大八桨船、快桨船、急跳桨船、巡船、中巡船、快巡船、八桨巡船、巡海船等 19 种。这些战船船体轻便而桨多，航速快，便于机动作战，实施快速突击。

火攻船，是清军在外海与内河作战中使用的一种中小型战船，船上装满火药、薪草及引火之物，由善泅的士兵，利用夜暗将船驶靠敌舰后，点火将敌舰焚烧，而后迅速游离战场，撤回本队。

辅助性战船，有橹船、一橹船、二橹船、四橹船、六橹船、八橹船、橹桨船、二橹桨船、四橹桨船、六橹桨船、八橹桨船、大舢船、舢艚船、艟艚船、哨艍船、艕船等 16 种。它们多桨橹，航速快，突击力较强。

平底战船，有沙船、六桨平底小巡船等 2 种。适合于在浅水中作战。

小型战船，有小哨船、塘哨船、小巡船、急跳船、舢板船、阔头舢板船、五板船、刷子船、划子船等 9 种。这些战船小巧轻捷，便于往来穿梭，适于哨探和游击。



后勤保障船，有运渡战马的中马船、大马船、快马船、渡马船、渡马浅船，有渡船、官渡船，有浮桥船和筏（筏）船，有救生船等10种。这些战船主要用于济渡、运载及救生等后勤保障方面，以保证水战的顺利进行。

清前期水师装备的外海与内河战船，即使是主力战船，也大多是因民船而用，就民船而改，仿民船而造，因此，在形制构造上也就不可能创造出新型的战船，甚至不及明朝后期的战船。在战船的武器装备上，也没有超过戚继光所编练的水兵营而有所突破，其战斗力之低下也就可想而知了。然而，由于清初统一战争的胜利，三藩的平定，蔡牵起义军水师的被歼，清初的统治者便夜郎自大起来，以为清军水师威行鼓桴，所向无敌，功迈前代，便放松了水师战船的建造。及至鸦片战争时，方知“舟师旧制，弱不敌坚”，于战后遍求新式战船建造之法。

四、新型战船的试造

第一次鸦片战争结束前后，道光帝鉴于清军水师屡战屡败的惨痛教训，即频发谕旨，下令招商采办，顾觅工匠，博采众议，推陈式而用新法，建造新型战船，以为防海之用，对于尽心竭力者，必从优鼓励。靖逆将军奕山即奉命办理，并于道光二十二年（1842年）五月，奏呈一批新型战船的试造方案。

1. 在籍刑部郎中潘仕成的试造船

船体选用上好的樟木、梨木和进口的优质大木建成，长13.36丈、宽2.94丈、舱深2.15丈，船底外部用铜片包裹，上竖3桅。舱分3层，底舱压石3尺，增加稳定性。中舱新设火药柜3个、弹子柜2个、水柜3个。两舷侧安炮20门、船尾安炮2门，炮重2 000~4 000斤。上甲板两侧安炮18门，炮重100至数百斤。此外，尚可安子母炮数十门，船首炮数门。全船乘员300多人，是中国最早试造的安有舷侧炮的新型战船之一。

2. 水师提督吴建勋的试造船

船体长13丈，宽2.9丈，舱深1.8丈。船底有两层板，底板厚4寸，内板厚3.5寸。舱面竖3桅，头、二桅各高6丈，三桅高5.7丈。船底骨与头尾鳌舵用铜包裹。安有船首炮1门，船尾左右炮各2门，上层两舷侧炮22门，下层两舷侧炮24门，炮重2 000~3 000斤。船内有火药舱1个，器械舱2个。乘员200人。其规模仅次于潘式船。

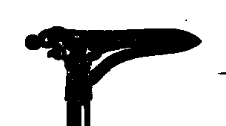
3. 广州知府易长华的试造船

船体长13丈，宽2.6丈，舱深1.05丈，船度及舷板各厚3寸。船面竖3桅，大桅高8.7丈，头桅高7.5丈，三桅高3.2丈。船首、船尾和两舷侧共安1 000~2 000斤火炮25门。舱内设有外包铁片的火药柜，乘员200人。

4. 在籍户部员外郎许祥光的试造船

船体长10丈，宽1.6丈，深1.3丈。船面竖3桅，大桅高5.6丈，头桅高4.2丈，三桅高2.3丈。两舷侧安桨64支，有风时张帆航进，无风时划桨而前。舱分2层，上层头尾及两舷侧共安800~2 000斤的火炮15门，并密排子母炮36门，各桨口处也安有子母炮与小铜炮，以备近战射敌。乘员174人，桨手与炮手各有分工。

5. 批验所大使长庆的试造船



船体长6.7丈，中宽2丈，舱深4.3尺。两头安舵。两舷侧安桨36支。中腰安水轮2个，用10人踩踏，击水航进。船面竖2桅，各高3丈。船头、尾与两舷侧共安2 000～800斤的火炮12门。乘员约100人。船型适中，灵活机动，便于游击①。

由于上述5种战船的船体结构坚固，船底外包加固铜片，提高了抗腐性、机动性和适航性。更为重要的是增加了火炮的数量，加强了火力，具有较强的战斗力。道光帝审阅后极为重视，批准按新方案试造，并分令沿海各省详加履勘采用。这些战船的设计与试造，是对清前期乃至中国古代战船传统设计思想的重要革新，并为同治年以后蒸汽舰船的建造奠定了基础。

第二节　水师编制装备的演变

清军水师虽因战争的需要而在建国前已经创建，并协同陆师进行作战，但按一定的编制序列组建成军，则是在清王朝建立之后。

一、水师编制装备的概况

清军水师按巡防与作战任务，区分为外海水师与内河水师两大部分。盛京、直隶、山东、福建主要是外海水师，江西、湖北、湖南、吉林与黑龙江主要内河水师，江南、浙江、广东既编有外海水师，又编有内河水师。如按清军的编制序列，清军水师又可区分为八旗水师与绿营水师，两者都是清王朝的国家经制兵，其编制员额与装备的战船数额，各视驻防区域的范围与特点而定，其编制序列分提署、镇、协、营、汛（或哨）五级，由提督到外委把总各级水师军官统带与指挥。清军水师的编制体制，历朝以后几经演变，至乾隆年间方基本定编，全军约有水师60 000余人。定编以后，各级水师也并不完全遵循，超编或缺编的情况经常存在，缺编的状况尤为严重，以营级为例，有的营仅有几十人，有的营则多达千人。水师营就隶属关系而言，有督标、抚标、提标、镇标、协标所统辖的营，通常驻防于沿江滨海的重要城镇，兵力相对集中，平时担任巡防任务，必要时可抽调去执行作战与运输等任务。另有一种独立营，营下编有几个汛，分驻各地，执行巡防任务。除八旗与绿营水师外，清军还常因作战或执行临时任务的需要，招募一些熟悉水性的蜑户②或渔民作水勇，按正规水军的序列进行编制，由绿营水师抽调军官或委派退职军官进行训练与统带，事毕各回原籍。

清军水师各营的常用兵器为：弓箭、鸟枪、火炮、大刀、钩镰枪、藤牌、斧、钺、镖、铁弹、过船枪等。特殊的战船则有特殊的兵器装备。

二、八旗水师的编制装备

八旗水师兵力虽然只有10 000多人，却作为清王朝最高统治者的嫡系，分驻京师和全国各重要水系的口岸。

1. 禁卫八旗水师

---

① 清·魏源：《海国图志》卷八四《仿造战船议》，《中国兵书集成》47，第225～238页。

② 蜑（dàn）户：我国南方以舟楫为家，以渔业为生的水上居民。



禁卫八旗水师初创于乾隆十四年（1749 年），由八旗前锋营的 1 000 多名官兵编成，装备赶缯船 32 艘，以昆明湖为训练基地，由天津与福州水师营选送的官弁提标任指挥与教练。

2. 黑龙江八旗水师

下辖 4 个水师营，编官兵 1 060 人，装备战船约 230 艘。

黑龙江水师营建于康熙十三年（1674 年），驻防于黑龙江城（今爱辉），编官兵 432 人，装备战船 70 艘，其中大战船 10 艘、2 号战船 40 艘，江船 10 艘、划子船 10 艘。

齐齐哈尔水师营驻防于齐齐哈尔，于康熙二十三年，编官兵 582 人，装备战船 40 艘，其中大战船、2 号战船 15 艘、江船 5 艘、划子船 10 艘。

墨尔根水师营驻防墨尔根（今嫩江），于康熙二十三年编官兵 45 人，装备战船 12 艘。

呼兰水师营建于雍正后期，主要承担松花江与呼伦河一带的军运任务，编制员额不定，装备多艘运粮船。

3. 吉林八旗水师

吉林八旗水师初建于清军入关之前，顺治十八年（1661 年），在吉林城组建成军，编官兵、匠役、水手共 319 人。至康熙十三年，共装备战船 30 艘、运粮船 80 艘，后又增桨船与划子船 20 艘。吉林城东 70 华里的松花江畔，有一座乌拉城，系船只修造之处，有捕珠大船 7 艘、威呼船 399 艘集泊该处，由吉林八旗水师营兼管。

4. 盛京八旗水师

顺治初年，清廷于旅顺口组建水师营（又称金州水师营），从山东绿营水师调拨 10 艘赶缯船备用，编官兵 506 人。康熙五十三年，从福建与浙江两省造船厂调入新建的 6 艘战船。

5. 天津八旗水师

雍正三年（1726 年，一说四年），清廷组建天津水师，驻师大沽，以卫京师，由一品都统指挥下属左、右二营，共编官兵 2 105 人，装备大赶缯船 16 艘、小赶缯船 16 艘、舢板船 32 艘。乾隆八年（1743 年），又增大、小赶缯船 24 艘、艍仔船 8 艘。乾隆三十二年，清廷以海口无事，遂将天津水师营裁撤。

6. 江南八旗水师

雍正五年，清廷在江宁（今江苏江宁）建水师营，编官兵 1 040 人，常有 20 艘大小沙船进行训练。

顺治十六年，清廷在镇江建水师（又称京口水师），分左、右两路与前、后两路，每路 2 营，各设总兵 1 人，分别指挥左、右 2 营与前、后 2 营。每个水师营编官兵、水手、匠役 712 人，装备沙船 28 艘、水艍船 8 艘、犁缯船 8 艘。康熙二十三年（1684 年），前后两路 4 营被裁撤。次年，又裁撤右路水师总兵，改左路水师总兵为镇江水师总兵，并将右路存留官兵与左路合并，同时改编为中、左、右 3 个营。康熙三十六年，清廷裁撤镇江水师总兵，改设水师副将，下辖左、右营，每营编官兵 952 人，装备沙船 23 艘、唬船 7 艘、小巴船 4 艘。雍正二年（1724 年）



以后多有变动，每营仅存唬船 2 艘、小巴船 7 艘、渡马浅船 6 艘。乾隆三十三年（1768 年），镇江水师缩编为高资营，隶属两江总督，下编官兵 1 236 人，纳入绿营序列。

7. 乍浦八旗水师

雍正六年（1728 年）四月，清廷于浙江乍浦建八旗水师营，次年又改为乍浦水师左营。雍正八年，乍浦水师右营建成。两营共编官兵 1 643 人，各装备大赶缯船 5 艘、小赶缯船 4 艘、南缯船 2 艘。两营战船分别以“宁”字与“谧”字冠首编号。

8. 福州八旗水师

雍正六年，清廷于福建三江口组建水师营，编官兵、水手、匠役 611 人，装备大号赶缯船 2 艘、小号赶缯船 2 艘、大八桨船 6 艘、小八桨船 4 艘，分别以“为”字、“快”字、“捷”字冠首编号。

9. 广州八旗水师

雍正七年，清廷于广州凤凰岗南石头村组建左、右 2 个水师营，各编官兵、匠役、教习、副工兵 617 人。

10. 荆州八旗水师

康熙二十八年，清廷分别在武昌、荆州、常德、岳州（今湖北武汉、江陵，湖南常德、岳阳）组建 4 个水师营，共编官兵约 3 000 人，装备沙船 10 艘、战船 6 艘、巡江船 4 艘、又战船 14 艘，分别以“顺”字、“广”字、“大”字、“丰”字冠首编号，担负长江中游与洞庭湖的巡防任务。

三、绿营水师的编制装备

绿营水师是清军水师的主要组成部分和水战主力，约有 50 000 余人，分布于沿海和内河的一些省，受驻地军政官员的统辖和兵部的调遣。兼掌兵权的政府官员总督和巡抚的直辖部队称督标和抚标，一级的水师提督是绿营水师的最高将领，统辖一省的大部分水师，其直辖部队称水师提标。戍守一部分水域防区的绿营将领为水师总兵，其直辖部队称水师镇标。水师总兵之下，依次有副将、参将、游击、都司、守备、千总、把总、外委千总、外委把总等各级水师军官，分别统辖水师协、营、汛、哨等各级水军。水师营为绿营水师的基本建制单位。清前期巡防全国各地水域的绿营水师分布如下。

1. 直隶绿营水师

清廷于乾隆三十二年裁撤直隶八旗水师后，直隶海防空虚，于是又在嘉庆二十一年（1816 年）复设天津绿营水师镇，编官兵 1 000 人。不久又缩编为水师营，归大名镇节制，编官兵 498 人。咸丰八年（1858 年），将天津绿营水师扩编为 6 个营，恢复天津绿营水师镇的建制，驻防大沽海口。

直隶内河水师营始建于雍正四年（1726 年），称三岔口水师营，后时撤时建，至同治年方稳定建制。

2. 山东绿营水师

顺治元年（1644 年），清廷于山东登州（今蓬莱）建水师营，编守备与千总等官员数十、水兵 386 人，装备沙唬船、边江船共 13 艘。康熙四十三年（1704



年)，登州水师分前、后2营，共编官兵1 200人，装备赶缯船20艘，分驻胶州与登州。康熙五十三年，驻登州的水师后营连同赶缯船10艘一起调往旅顺，驻胶州的水师前营分为南北2汛，各配赶缯船5艘。雍正年间，该营的编制装备与巡防部署又进行多次调整。

3. 江南绿营水师

江南绿营水师初建于顺治年间，松江等营装备捕盗小快船40艘，常州与镇江各营装备10~20艘战船不等，其他一些营也装备部分战船。康熙至咸丰年间，江南绿营水师建成包括下列水师部队的庞大系统。

其一，江南提督直辖的提标中、左、右、前、后5营，共编官兵3 953人，装备唬船、巡船、中号四橹哨船、桨橹快哨船、哨船、桨船等战船共95艘，分驻松江、上海、嘉定等地。江南提督水师还辖有松江城守营、金山营、柘林营、青村营、南汇营、川沙营、刘河营、吴淞营、常州营、江阴营、靖沙营、杨舍营等12个独立营，共编官兵7 789人，装备与上述各型相类似的战船101艘。

其二，江南提督节制的崇明水师镇（后改福山师镇）、狼山水师镇、太湖水师协等江南绿营水师4支主力。

崇明水师镇建于顺治十四年（1657年），编6个水师营，约有官兵10 000人，共装备沙船42艘、赶缯船30艘。康熙二十三年（1684年），崇明水师镇缩编为4个水师营，约有官兵3 477人。道光二十三年（1843），崇明水师镇改为福山水师镇。

福山水师镇前身为福山水师营和崇明水师镇。福山水师营建于顺治二年，至顺治十六年，共编官兵837人，装备沙船、巡船、官渡船共24艘。福山水师镇成立后，下辖3个水师营，共装备沙船、舢板船等战船22艘。

狼山水师镇建于顺治十八年（1661年），下辖镇标中、左、右（外海水师营）3个水师营、秦州水师营、掘港水师营（外海水师营）、三江水师营等6个水师营，共编官兵3 542人，装备赶缯船、沙船、唬船、渡船等各型战船53艘。其中有外海战船17艘。

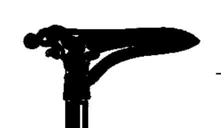
太湖水师辖左、右2营，兼辖浙江太湖水师营，共编官兵1 600余人，装备沙船、快船、巴唬船等战船32艘（不含浙江太湖水师营）。

其三，江宁的两江总督所统督标内，也编有游兵营、瓜州营、安庆协（含左、右营）等4个营的水师部队，共编官兵1 922人，装备大唬船、小唬船等战船151艘。

其四，驻苏州的江苏巡抚，在其统辖的抚标内，也编有抚标左、右营、苏州城守营、平望营等4个营的水师部队，共编官兵2 086人，装备巡船98艘。

其五，驻淮安的清江浦河道总督所统20多个营内，也有河标右营、山清里河上营、山清里河下营、山清外河上营、山清外河下营、高堰上营、山盱下营、桃源安清营、扬河上营、徐河南北2营、邳睢河营、宿虹南北2营、宿迁运河营等15个营的水师部队，共编官兵8 755人，装备战船、濬船、柳船等638艘军用船只。

其六，驻淮安的漕运总督所统辖的10个营内，也编有漕标中、左、右3个营、



庙湾营、佃湖营、盐城营、小关营、海州营、东海水师营等9个营的水师部队，共编官兵4 024人，装备沙船、唬船、巡船等军用船只。

4. 安徽绿营水师

安徽绿营水师除受两江总督统辖的安庆水师协之外，还有驻守颍州（今阜阳）的颍州水师营，驻守泗州（今泗县）的泗州水师营，共编官兵约600人，装备哨船、扒唬船等6艘战船。

5. 江西绿营水师

清朝初年，朝廷于九江建立镇标水师营、南湖水师营、鄱阳湖水师营，共装备唬船20艘、塘船3艘。康熙元年（1662年），九江水师镇改为九江水师协，编官兵781人，装备沙船30艘。南湖水师营与鄱阳湖水师营，共编官兵580余人。乾隆年间，九江水师多次被裁，装备的战船也随之减少。

6. 浙江绿营水师

浙江绿营水师包括以下三部分。

其一，浙江提督直辖的钱塘水师营与乍浦水师营，共编官兵1 260余人，装备唬船、内河快唬船、渡马船等31艘战船。

其二，宁波水师镇、定海水师镇、海门水师镇、温州水师镇等4支水师部队。宁波水师镇建于顺治三年（1646年），分左、右2营，共编官兵800余人，装备战船52艘；康熙年间曾屡经调整，至乾隆年间仅有城守营驻于宁波，其余均划归定海水师镇。定海水师镇建于清初，下辖左、右、前、后4个营，康熙九年减为中、左、右3个营，共编官兵2 800余人，装备战船与哨船共100艘。定海水师镇还兼辖象山协下的左、右2营与昌石营、镇海营，共编官兵2 920多人，装备战船与哨船共28艘。海门（今黄岩）水师镇辖镇标中、左、右3个营，共编官兵2 570多人，装备战船与哨船共25艘。温州水师镇辖镇标中、左、右3个营，共编官兵2 520余人，装备战船、哨船、钓船与快哨船等25艘（右营辖陆地汛兵，无船）。温州水师镇还兼辖瑞安水师营、玉环水师营，共编官兵690多人，装备内洋巡哨船、外洋巡哨船、八桨船、快哨船等27艘。

其三，浙江沿海嘉兴协所辖的左、右2个营，湖州协所辖的左、右2个营，绍兴协所辖的左、右2个营，共编官兵3 220人，装备快唬船、快巡船等80艘（绍兴协船数约30艘，不包括在内）。

7. 福建绿营水师

福建绿营水师包括以下五部分。

其一，福建水师提督直辖的提标中、左、右、前、后5个营，共编官兵4 800多人，装备各型战船45艘。

其二，金门水师镇、海坛水师镇、台湾水师镇、南澳水师镇等4支水师部队。金门水师镇辖镇标左、右2个营，共编官兵1 150多人，编战船20艘。海坛水师镇辖镇标左、右2个营，共编官兵1 150多人，装备18艘战船。台湾水师镇辖安平水师协之中、左、右3个营，澎湖水师协之左、右2个营，共编官兵4 500余人，装备战船82艘。南澳水师镇辖镇标左、右2个营，左营编官兵1 160余人，装备战船10艘，右营归广东水师提督节制。



其三，闽安水师协，下辖左、右 2 个营，共编官兵 1 640 多人，装备战船 14 艘。

其四，烽火门水师营、铜山水师营、福安水师营等 3 个水师营，共编官兵 2 960多人，装备战船 34 艘。

其五，闽浙总督直辖的督标水师营，又因其驻于福州南台岛故又称南台水师营，编官兵 900 余人，装备战船数艘。

8. 广东绿营水师营

广东绿营水师包括以下五部分。

其一，广东水师提督直辖的水师部队有：提标中、左、右、前、后 5 个营；香山协、顺德协、大鹏协、赤溪协各自所辖的左、右 2 个营，共 8 个营；以及广海寨营、新会左营、新会右营、前山营、清远右营、永靖营等 5 个营。各营编官兵 700 余人到 1 000 多人不等，共装备二橹船、四橹船、八橹船、十橹船、十二橹船、米艇船、捞缯船、快桨船、艍船、巡船、浅水桨船等各型战船 111 艘。

其二，南澳水师镇、碣石水师镇、琼州水师镇等 3 支水师部队。南澳水师镇辖镇标右营、澄海协之左右 2 个营、海门营、达濠营等 5 个营，共编官兵 4000 余人，装备赶缯船、艍船、艕仔船、乌舨船等各型战船 48 艘。碣石水师镇辖镇标中、左、右 3 营，共装备米艇船 10 艘、哨船 1 艘，各编官兵 930 人，营官为游击。碣石水师镇兼辖的平海营装备赶缯船 1 艘、艍船 3 艘，拖风船 4 艘、快船 1 艘，编官兵 930 人，营官为参将。琼州水师营辖镇标左营、镇标右营、崖州协水师右营，海口水师营，共编官兵 1 750 余人（不含崖州右营），装备赶缯船、艍船等战船 30 艘（不含海口营）。

其三，北海水陆兼辖镇与高州水陆兼辖镇内的水师营。北海水陆兼辖镇下设龙门水师协，协下分左、右 2 个营，共编 1 630 余人，装备赶缯船、艍船等战船 10 艘。高州水陆兼辖镇所辖阳江左右 2 营、电白营、吴川营、硇州营、东山营内，均编有水兵，其中电白营、吴川营、硇州营等 3 个营，共编官兵 1 863 人，装备双篷艍船、赶缯船等战船 46 艘，阳江左右 2 个营、东山营装备大米艇船、捞缯船等战船 14 艘（其编制数不详）。

其四，两广总督直辖的督标水师营、编有水兵的督标中左右前后 5 个营、四会营、新会营等 8 个营，共编官兵 6 750 多人（不含督标水师营），装备二橹桨船、四橹桨船、桨船、舢板船、急跳船等战船 55 艘。

其五，广东巡抚直辖的抚标左右 2 个营，其编制装备不详。

9. 广西绿营水师

广西绿营水师建于清朝初年，先驻柳州，后迁往龙州。康熙二十一年（1682 年），由广西绿营水师抽调部分官兵至梧州，建立梧州水师协，协下编中、左、右 3 个营，共编官兵 1 000 多人，装备快船、塘船、舢板船等战船 57 艘。

此外，还有庆远协左营、平乐协左右 2 个营等 3 个营，编官兵 1 400 多人，装备哨船 49 艘；广运营、大亮营、大定营、足滩营等 5 个营，共装备八桨哨船、柳兵哨船等战船 31 艘（其官兵编制数不详）。

10. 湖北绿营水师



湖北绿营水师有武昌水师营、荆州水师营、彝陵水师镇下辖的前后2个营。武昌水师营建于清初，于乾隆二年（1737年）撤销建制，仅留5艘哨船及船上水兵于武昌城守营，其余改隶汉阳城守营，装备6艘唬船与战船。荆州水师营隶属荆州城守营，编官兵285人，装备巡江等战船25艘。彝陵水师镇建于顺治十三年（1656年），又于康熙十九年（1680年）降为水师协。乾隆元年，水师前后2营编入宜昌水陆镇，共编1 212人，装备战船30艘、小舩船11艘。

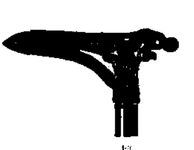
11．湖南绿营水师

清朝建立之初，即于辰州（今沅陵）、洞庭各建1个水师营。康熙二十八年，清廷裁辰州水师营，改设岳州（今岳阳）水师营，隶属岳州营，编官兵284人，装备战船18艘。洞庭水师营驻守龙阳（今汉寿），编官兵540多人，装备大小战船22艘。

此外，四川等省也曾在清初设立过水师镇、协、营等不同级别的水师建制，随着战事的减少，不久被陆续裁撤，所装备的战船或汰或撤，或就近移交沿江沿河的陆师兼管。

四、水军编制装备的改进

清前期水军的编制装备，是由当时清廷海防与江防的方针决定的，当时的方针是分区巡防水域，缉捕水上“盗贼”，因此，没有建立集中兵力的战略水师部队，而是将100 000多兵力、上千艘战船，分散部署于10多个水师防区，每个水师防区，又分为几十个乃至上百个防守据点，以至出现有的据点只有1艘战船几名水兵，不但不能进行作战，而且连人数稍多一点的“盗贼”也缉捕不了的情况。第一次鸦片战争后，清廷迫于水师弱不能战的状况，采取措施对其编制装备进行改进。沿海水师编制装备的改进，自刑部在籍郎中潘仕成等人试造新型战船开始，作多方面的探索。但是，改进较大的还是19世纪50年代曾国藩为对付太平军的水营而新编的湘军水师。不过这已是后话了。



第六章
古代军事工程技术的延续与发展

从中国古代军事工程技术发展的体系来说，清代前期的军事工程技术并未随着清军在第一次鸦片战争中的失败而终结，由其后的太平军在起义战争中得到延续与发展，直到19世纪60年代，才开始向近代军事工程技术转轨。

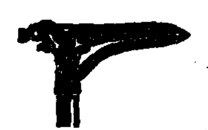
第一节 兵器与战船的制造

道光三十年十二月十日（1851年1月11日），以广西拜上帝会领袖洪秀全，以及冯云山、杨秀清、石达开等领导成员，在广西桂平县金田村，率会员20 000余人起义。起义军称太平军，其陆营仿《周礼》军制以军百基本单位进行编制。军设军帅，下统5个师帅，师帅下统5个旅帅，旅帅下统5个卒长，卒长下统4个两司马，两司马下统5个伍长，伍长领4个圣兵，军帅共统领13 155人。后又编制土营、水师等军兵种。太平军最初以刀矛等冷兵器举行起义，而后逐渐使用地雷、喷筒、长龙（即抬枪）、管枪（即鸟枪，一说营枪）、各种火枪等火器进行作战。而火器的制造与使用，又经历了从无到有，从少到多，从单一的旧式火器到采用部分新式枪炮的历史发展过程。

一、兵器的制造与使用

太平军的领导者们在发动起义之前，就注重兵器的制造与使用，道光三十年六月，洪秀全在发布金田团营令、初建起义军时，就筹措兵器，在桂平、平南、陆川、博白（今均属广西）等地开炉鼓铸，秘密制造刀矛、土枪、土炮，并用简便方法提炼硝、硫，将禾秆烧成灰，充作炭粉，用来配制火药。据光绪二十年《贵县志》卷六与1920年版《桂平县志》卷三十三等地方志记载，道光三十年七月，石达开率部自贵县龙山奇石赴金田团营，途经桂平与贵县交界的白沙墟（今属广西）时，曾竖木为东西辕门，开炉铸火炮，历时1个多月。又据传说，太平军将领在起义前夕，组织人员在金田村等地附近，秘密制造兵器，收藏起来。待到洪秀全宣布起义后，起义群众即从一个犀牛潭里，取出几千件大刀、长矛，作为首义者们手中的武器。1975年，广西桂平县展览馆曾有人在金田村韦昌辉的住宅遗址、紫荆山下的军营村、广西桂平白圩以北约100米的白水塘岭等地，发现了太平天国铸造武器的遗址[15]。金田起义后，太平军又在广西各战场铸造了500斤铁炮、600斤铜炮与800斤劈山炮等重型火炮，以及子母炮、三子炮、五子炮等数量较多的轻型火炮，其实物有的流传至今，有的炮身还分别铸有“太平左右军”、“前军先锋火炮”等铭文。

由于太平军在起义之前已准备了一定数量的兵器，所以在起义之初的几次作战中，频频取胜。道光三十年（1850年）十一月，太平军主力3 000余人自金田过五峒出思旺时，同清军副将李殿元、平南知县倪涛所部展开激战，清军分路发



炮轰击，太平军亦分兵三路还击，放枪射敌，重创清军，取得了胜利。道光三十年十一月底，太平军在金田地区蔡村江畔，以枪炮猛击前来进攻的广西清军，清军纷纷溃逃，太平军乘胜追击，缴获清军大炮、刀矛、藤牌等百余件兵器。咸丰元年（1851 年）正月，清广西提督向荣统领总兵李能臣、周凤岐等，率部分三路向桂平江口牛排岭进扑，企图一举摧毁设在石头脚村的太平军总部。太平军侦知敌情后，预先部署伏兵，埋设地雷，作战中又佯败后退，诱敌深入，待清军中计进入伏击地域后，太平军伏兵四起，地雷突爆齐发，主力乘势回攻，大败清军，斩清军守备王崇山等 10 余人，并分兵两路包抄敌军，斩获甚多。

上述情况表明，太平军的领导者们在起义之初，对兵器的制造就十分重视，把对敌作战的胜利，建立在掌握一定数量兵器的基础上，因而在作战之初就能连连获胜，并在打败敌人的过程中，缴获敌人的兵器，扩充和改善自己的装备。

咸丰三年，起义军建立太平天国，定都南京并改称其为天京，并在天京与军中，建立制造各种兵器的衙门，其中有制造刀矛等铁兵器与铁器的典铁衙，制造弓箭的弓箭衙，煎熬硝磺的典硝衙，制造火药的红粉衙，制造铅弹的铅码衙，制造枪炮的典炮衙，制造铜炮的铜炮衙，专为水师造炮的铁匠衙，制造战船的战船衙等[16]。这些机构由中央的三级指挥具体负责组织工匠制造兵器与战船。同时，由铸铅码、典硝、典红粉、铸铜炮、铸铳炮等军职人员，分别管理铅丸、焰硝、硫黄、火药、火炮等事宜，并利用贵县参加起义的大批矿工与铁匠铸造火炮。形成了一定规模的军事手工业。

1. 对冷兵器的制造与使用

弓箭衙与典铁衙制造的冷兵器，有用于射远的弓箭，用于格斗的刀、矛，防护装具藤牌，及攻守城器械。太平军中下层军官多使用刀，刀有长短之分，长刀有柄（又称云中雪），短刀无柄（又称顺子），骑兵多用长刀，刀口较阔。太平军的伍卒多使用长 7～18 尺的矛，矛柄用竹木制造，头部安锋利的铁枪，矛柄与矛头可以随时装卸。除刀、矛之外，太平军还使用镖、钩镰、三齿耙等冷兵器。太平军使用的防护装具主要是藤牌，藤牌常与刀配合使用，具有攻防兼备的特点。太平军使用的攻城器械主要有云梯与改进型吕公车。待火炮增多后，吕公车不再使用。太平军使用的守城器械主要有滚木、檑石。太平军使用的冷兵器虽然大部分因古制而用，但是都作了因时、因地的改进，使之适合于当时实战的需要。

2. 对火炮的制造与使用

太平天国建立之初，就制造了一种九龙索子炮，又称九子炮，炮身用铜或铁铸造，可连续发射弹丸，多达百余枚，据说当时曾将这种火炮安置于天京朝阳门外，轰击清军的江南大营。上海博物馆至今还存有太平天国五年（1855 年）冬至六年春，在江西吉安、瑞州（今江西高安）、临江等地制造的 100～300 斤的火炮。此后各年，所造火炮逐渐增多，在安徽、江西、湖北、浙江、江苏的许多地方都有发现，迄今已见 60 多门[17]。

太平天国制造的火炮大多刻有铭文，在形制构造上，与清军所用的火炮相似，炮身前细后粗，后部两侧有耳轴，尾部有药室与火门，其各部分的尺寸，也是以口径的尺寸为基数，按一定的比例倍数进行设计制造。炮身重从 30～3 000 斤不



等，以200～500斤的中型火炮为多，便于车载马驮，适应机动作战的需要。

出土与传世的火炮大多铸有铭文。内容主要包括国号、制造年月、地点、炮重、弹重、装药量、造炮官员与工匠的姓名等，基本上反映了当时火炮制造的概况。在制造年月上，采用太平天国的"天历"。将以干支纪年的乙卯、癸亥、癸丑等，分别改为乙荣、癸开、癸好等。在制造地点上，采用太平天国确定的地名，将苏州与浙江天省分别改为苏福省与浙江省。称大炮为洋庄，改火药为红纷，称炮弹为铅码、码、子等①。对领衔造炮的水陆师各级官员，都铸上太平天国封授的官职、爵位。现已发现官职、爵位的名称有20多种，其中主要有"侍殿"（即侍王李世贤）、"荣殿"（即荣王廖发寿）、王字三十九天将李某、殿后主将陈某（坤书，后封护王）、侍殿溧阳佐将马某与程某等，还有随从翼王石达开在远征部队中制造火炮的"殿左三中队将黄"等。从铭文中还可发现当时具体督造火炮的官员与造炮工匠的姓名，如左十一指挥易自能，后二十七军正铸刘启盛、莱天燕铸铁炮等。上述铭文所记载的内容，都同当时太平天国所发布的文告、官书、货币、官印保持一致，反映了一个新生政权独立自主的特点。

为了合理地使用火器，在太平天国五年（1855年）颁布的《行军总要》中，对火器的编配与使用作了具体规定：

> 凡大小火炮必要预先派定，即于铭牌上注明某人用某炮火，譬一两司马，该管下有兵二十五人，则限其使长龙（即抬枪）二条，管枪五条。至于各典官衔亦须计其统下人数多寡，变通铺派，人多则用炮宜多，人寡则用炮宜寡②（一般由5名士兵操射1门火炮）。

火炮是太平军的利器，在攻城战、守城战、野战与水战中都有使用。如咸丰四年底至五年初，太平军与湘军在九江与湖口展开激战。当湘军围攻江西九江城时，太平军在西门外建大营一座，搭木城2座，高与城等，开炮眼3层，安火炮数十门，待湘军来攻时，众炮齐发，伤毙湘军参将童添云以下百余人。与此同时，太平军以木排横置江中，周围排列船炮，并有江岸火炮作掩护，当湘军水师前来进攻时，太平军安于木排上、船中望楼与两岸的火炮齐射，使湘军伤亡400多人。

3. 对火绳枪及其他火器的制造与使用

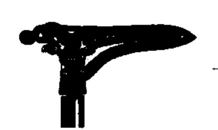
太平军制造与使用的火绳枪有鸟枪、抬枪，其形制构造与清军的兵丁鸟枪、抬枪相似。其他火器有火药箭、花筒（即喷筒）、先锋包（又称先锋袋、红粉包、火药包、火弹）、地雷。这些火器都是太平军的火器典衙采用传统技术制成的，具有易于制造、价格低廉、便于使用等特点。

二、战船的建造与使用

太平军初建时并无水营，到太平天国二年（1852年）十月至十一月攻占湖南益阳、岳阳（今益阳）时，缴获了大批清军船只，又吸收洞庭湖畔众多的船民、渔民，随带许多民船、渔船加入太平军。太平军的领导者们，即任命愿联合船民

① 清·张德坚：《贼情汇纂》卷五，《伪军制下·贼中军火器械隐语别名》，上海人民出版社，1957年版，《中国近代史资料丛刊》之《太平天国》（三），第150页。以下引此书时均同此版本。

② 《行军总要·查察号令》，解放军出版社、辽沈书社，1992年版，《兵书集成》47，第703～704页。



效忠天朝的湖南祁阳人唐正财为典水匠（职同将军），以8 000余艘船只为基础，编成水营。太平天国建立后，水营的编制装备不断得到改善与扩充，成为太平军的水战主力。

1．水营的编制

太平军水营的编制与陆营基本相同，按军、师（有时称营）、旅、卒、两、伍。每军设军帅1人。师帅5人、旅帅25人、卒长125人、两司马500人、伍长2 500人，伍长领兵4人。军帅以上设有总制、监军、将军等职，各级官衔前都加有“水营”二字，以便与陆营相区别。太平天国定都天京后，水营统一整编为中、前、后、左、右5个军。后来又扩充为9个军，即除中军以外，其余各编2个军（如前一军、前二军）。后来还编制了水营前三军、前四军、左三军等，可见太平军水营的编制，在最盛时期至少已在10个军以上。

太平军水营总部设在南京仪凤门外下关江边的大王庙。唐正财以殿前丞相、左五指挥的身份统领水营各军，提督水营事务，总办船只。同时任命许斌为唐正财的副手，主要职掌水营战船的建造。太平军水营各部大多驻防于天京西面与北面的江边，将大批船只集中停泊在下关江面与夹江之内，并环以木筏、木城，建造望楼、炮台，以拱卫天京的安全。为了防止湘军从上下游偷袭与火攻，太平军在船只集中处的两端以巨大的木簰通连两岸，横截大江。在天京上游的三山矶一带，驻扎重兵，设置多道拦江铁链，使湘军水师战船不能窜入天京江面，并派出17只炮船在江面往来巡防，缉捕奸细。天京水营的主要任务除为天京运输粮食外，便是依照太平军的军制，加强对水营船只的管理；按照作战任务的需要建造与维修战船，制造水战用的兵器。

2．战船的建造

太平军水营的战船均为木质帆桨船，建国之初都征用于民间。建国后便在天京的下关，以及九江、吉安、瑞州（今江西高安）、安庆、巢县、苏州、福山等地设立造船厂，建造过湖南炭船、波山艇、乌船、八桨快船、盐船、龟船等战船。

湖南炭船，又称小拨。船身长而窄，棚矮而坚，首尾船板斜耸，高与棚齐，乘风破浪，轻便迅捷，是一种轻型快速战船。

波山艇，原为广西西江流域的一种民用运输船，船身坚实，舱面平敞，两旁安设多对木桨，航行轻便快疾。太平军因其船型而用，改造成轻型快速战船，并在其上安设火炮。

八桨快船，船身一般长2～3丈，上有布篷，船旁画龙，每船能容20～30人，船上无顶篷，大多用作往来巡防，缺乏远航能力。

乌船，原系浙江建造，船身直长，头小身宽，除设桅帆外，两舷侧安长形橹2具，有风扬帆，无风摇橹，航行快疾，有如飞鸟。乌船较以往的拖舡船坚牢，可安20余门火炮。作战时，可占据有利阵位，回旋中流，若众炮齐发，炮弹四散飞击，如火鸟飞空，给敌以重大杀伤。

除上述轻便快捷型战船外，太平军还建造过盐船与龟船2种大型战船。似为指挥船。

盐船，船身长10余丈，上竖4桅，舳舻高耸，状如仰月，是太平军所建最大



的一种战船。

龟船，这是太平军水营船厂自行设计建造的一种大型战船，船上建楼橹，设瞭望台，载粮糗，四周用牛皮作围障，两舷侧安有数十对大桨。大致是仿照古代楼船而建的一种指挥船，是水战中的堡垒。

太平军水营建造的战船，虽然都是木质帆桨船，在形制构造上也没有重大突破，但是在初建时由于集中使用，能发挥巨大的作战威力，歼灭长江沿岸分散巡防的八旗、绿营水师与防守军。如太平天国二年（1852 年）十一月七日，太平军以新收编的船户与水手，拥5 000 余船只，从岳州（今湖南岳阳）顺江而下，协同陆师，连占蒲圻、咸宁（今均属湖北），直指武汉三镇。一路上“千船健将，两岸雄兵，鞭敲金镫响，沿路凯歌声”①，为太平军夺占武汉三镇作出了重要贡献。太平天国三年正月初二日，太平军拥众号称500 000（实际100 000 余），又从武汉顺江而下，直逼江宁（今江苏南京），太平军水营万余艘船只舳舻相接，百余里络绎不绝。沿途清军八旗、绿营水师与江防守军一触即溃，望风披靡。二月初，太平军战船布满了江宁江面，从新洲大胜关到下关七里洲连营 60 里，于二月初十日协同陆师攻占了江宁。

3. 战船的使用

太平军水营对战船使用的技术与战术，随着战争的节节胜利而日趋成熟。建营初期，官兵不讲究战船使用的技术与战术，全凭勇猛的气势，号令一下，无论座船、炮船、辎重船，一起如箭出弦，冲向清军水师，夺取胜利。不久，他们即总结实战的经验，提出了不少适应于水战的技术与战术，大致有以下几点。

其一，受命出航时，水营指挥官先派出几艘小型的哨探船，每船派水兵五六人，各带随用兵器，执行哨探与引路任务。航行至岔河口时，便派遣2 只小船停泊在岔河口，待后续船队到来时，指示其航向。先行航进的船队，即以事先约定的信号：一下梆、二声锣进行联络。如遇夜暗，则举起灯笼，指示航向。若大船队航进时，一般分作3 队。前队船桅上挂一面三角形红旗，中队船桅上挂一面三角形黄旗，后队船桅上挂一面三角形乌旗。统领船队的佐将座船编入中队，船上挂一面表明其身份的大旗。编队航行时要服从统一指挥，互相间保持便于联络的一定距离，行止必须一致。如在夜暗中航行，要事先约定好信号，通常以鸣锣的点数传递号令，各船按号令行动。在接近敌军水上营寨时，则派小型快船传递号令。

安营扎寨时，水营要与协同作战的陆营约定扎寨的地点。若是夹江为营，陆营安于两岸，水营泊于江畔，并以木簰或浮桥连接两岸。各船在扎寨时必须依行而列，行列间必须保持足够的距离，以便在敌军实施火攻时能够四散分开，以减少或避免损失。

太平军将领在进攻沿江要地时，通常命水营执行远程突袭任务，迅速攻取敌军防守薄弱的据点。若在水面上与敌军船交战时，指挥员即派出大批轻便型小船，四面攻击敌船，使其首尾不能相顾。左右不能相救，最后将其歼灭。

---

① 清·李汝昭：《镜山野史》，《中国近代史资料丛刊》之《太平天国》（三），上海人民出版社，1957 年版，第5 页。以下引此书时均同此版本。



咸丰六年（1856 年）秋，天京发生内乱，水营战斗力遭到严重削弱。同时，湘军水师也从清军八旗、绿营水师失败的教训中，大力建造战船，购买洋炮，改善自己的装备，提高技术与战术水平，成为太平军水营的凶恶敌人。

第二节　军事工程

如果说历代封建王朝在建筑大型城池的过程中，创造与发展了筑城工程技术，那么太平军在同清军的长期作战过程中，则创造与发展了适应于农民起义需要的各种战时军事工程技术。专业军事工程部队“土营”的组建与扩充，则是这些工程技术创新与发展的基础。

一、土营的组建

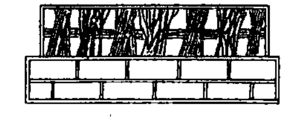
太平天国二年（咸丰二年，1852 年）六月，太平军由广西进入湖南，在攻取道州、郴州、桂阳州（今湖南道县、郴州、桂阳）时，吸收了当地二三万人（其中有数千人是挖煤工人），组建为土营。初建土营编制时，只有数千人，仅到师帅一级。随着战争的发展，土营的人数逐渐增多，编制也日益扩充，到定都天京时，已扩编为 2 个军。其编制与陆营大致相似：每军 12 500 人，由军帅统领；军下分辖 5 个师帅，各 2 500 人；每师帅下分辖 5 个旅帅，各 500 人；每旅帅分辖 5 个卒长，各 100 人；每卒长分辖 4 个两司马，各领 25 人。军帅之上有指挥、将军、总制监军。总制又分为土、炎、金，编衔大致与陆营将军相似。若按编制序列所确定的数额计算，每个土营军共编士兵 12 500 人，加上各级军官人数后则为 14 215 人；2 个土营军共编官兵 28 430 人。实有的编制人数与额定的编制人数有一定的差异。土营的主要任务就是根据太平军作战的需要，单独或与水、陆营协同，构筑各种工事，而这些工事则由各种基本建筑单元组成。

二、营寨与要塞的基本组成部分

太平军的营寨与要塞工程，通常由下列基本部分组成。

1．土墙与土壕

如果在选定建筑营寨与要塞的外围与前沿，没有现成的地形、地物可以用作掩护，土营便组织兵力挖沟筑墙。在有砖石可以利用的地方，则先垒石砌砖为基，基上版筑土墙，内外壁中间用泥土与卵石夯实，并铺设若干层有一定间隔的竹禾以增加其强度，墙上开有若干个射孔或炮眼。在土墙外面一定的距离内，在夯筑土墙的同时挖掘一道深壕，壕中挖出的泥土，用以夯筑土墙，使壕墙成为一对配套的工程（图 3－6－1）[①] 土壕前设有拦马桩，土壕中常根植许多尖利的竹签，刺戮敌军的人足马蹄，达到滞阻敌军于壕外的目的。通常在阵地前约 1 千米处设置哨卡，派 5～6 名士兵轮流值班。濒临江河沿岸的阵地，只要在临水的一面构筑一道土墙便可。



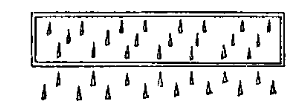


图 3－6－1　土墙土壕

① 本节各种工程示意图均选自张德坚《贼情汇纂》，故在各图标题下不再注明出处。



2. 重墙与重壕

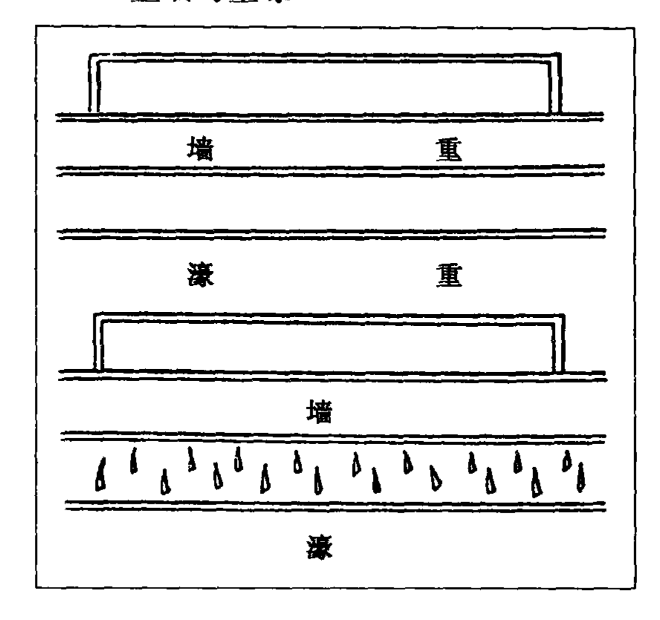


图3-6-2 重墙重壕

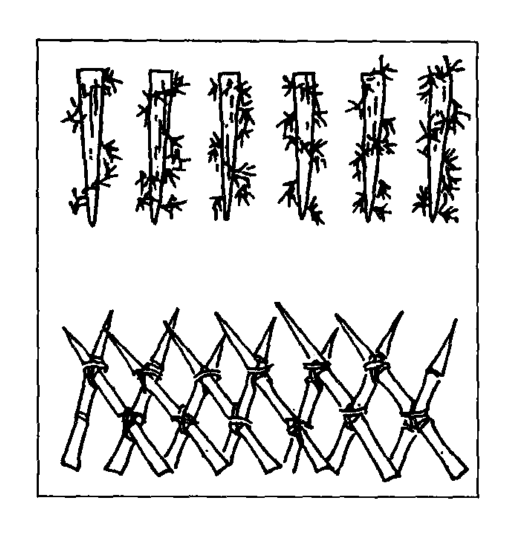


图3-6-3 木桩与十字竹签

重墙与重壕是单墙与单壕的扩展，大多建于重要营寨或敌军猛攻及重点设防的要塞，通常由两道以上土墙与土壕构成（图3-6-2）。第一道土壕距阵地较远，在壕后一定距离内筑第一道土墙。第二道土壕筑在第一道土墙后的一定距离上。第二道土墙筑在第二道土壕后的一定距离内，墙内填实土蒲包、水浸棉花等松软物质，起缓冲作用，使敌军射来的炮弹不致穿墙而过，以避免伤及隐蔽在墙后的人马。第二道土墙要高于第一道土墙，以便于士兵在第二道土墙后对敌实施超越射击。有时在第一道土壕外还密植木桩。木桩外又交叉插植许多竹签，以增加障碍层次（图3-6-3），太平军建筑的重墙、重壕与木桩、竹签，使营寨与要寨的防御具有一定的纵深，增强了守备能力。太平军在永安森林地域作战时，曾经以树木为框架，编织树枝，构成就地取材的重墙与重壕，获得了成功。

3. 望楼

望楼又称望台，其筑法常视需要因城池、旷野、山地、河岸的地形不同而有所差别。旷野与山地的望楼，大多建筑在高隆之点或台基上。台基约4平方米，高约12米左右，四周无遮挡之物，视野开阔。楼分2~3层，有楼梯可以上下，四面开望眼与射孔。每座望楼常视需要派几名士兵昼夜轮流值班（图3-6-4）。沿江岸的望楼，或建于险要的制高点，或建于要塞群中。天京城内外建造的望楼最多，几乎遍布大街小巷，有的大街建有多座望楼，有时几条小街合建1座望楼。雨花台之巅所建的望楼，与当时的极恩寺塔并峙。天京水府祠前面的沿江望楼，周围用木板与砖石围圈成城，墙面开有望孔，可监视江面与港口。下关的

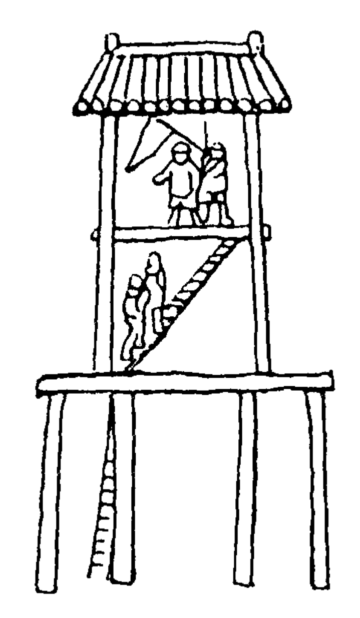


图3-6-4 望 楼



江岸望楼则是与炮台及墙外的障碍设施一起建成的。定都天京之初，北王韦昌辉因负责全城卫戍之事，其府旁建1座高约5丈多的红色望楼，上有平台，四围有红色栏杆。后来由翼王石达开接替全城卫戍之事，其府旁也建1座高四五丈的望楼，成为指挥全城卫戍部队的中心，用击鼓吹螺或昼扬旗、夜举灯为信号，通报敌情或指挥部队。按当时规定，东方有敌，则麾青旗，西方有敌，则麾白旗，南方有敌，则麾红旗，北方有敌，则麾乌旗，城外敌兵压境则于旗尾拖挂数尺乌布，如需城内官兵出击则麾黄旗。可见太平军当时所建造的众多望楼，实际上已成为传递军情、指挥军队的军用通信网络，其作用也大大超过了清军及其以前历代军队所建的望楼。

4. 浮桥

浮桥是太平军水营为强渡江河而搭建的临时性桥梁，始建于太平天国二年（1852年）太平军强渡湘江之役。当年冬，又在武汉江面联舟为二浮桥，沟通了分别位于长江两岸的武汉三镇。不久，这两座浮桥被大风吹散。水营又立即缚大木为浮桥，交通恢复如前。联舟为桥是将众多船只用粗大绳索跨长江大河并联缚固而成，船面上铺木板，人马与辎重都可在浮桥上通行。缚大木为桥是将众多大木并联缚固成排，形同巨筏横接江河两岸。为防止浮桥被大风巨浪冲散，水营又在浮桥上系许多30～40斤的大铁锚抛入江中，增强了浮桥的稳定性，人马过之，如履坦途。

5. 木桩

木桩系水上障碍器材，大多布设在河流通道、河岸沿边与水上滩头、水上营寨的口门等关键处所。河流通道中的木桩，一般布设在水流出入口与转弯之处。为了保证本部船只的通航，便在成群竖立的木桩群中，留有一个出口，安装一扇可以用绞车启闭的木栅式闸门。开启时，本部船只可以自由出入。关闭时，可以阻止敌军船只闯入。河岸沿边与水上滩头布设的木桩，用于防止敌军船只靠岸，以便击敌于水中。水上营寨口门的木桩，大致与河流通道中的木栅布设相同。

6. 拦江索

拦江索用铁链或粗大的麻绳制成，通常布设在河川入口与两岸狭窄处，用于阻挡敌船的通行。太平天国四年夏，太平军为阻挡清军战船从镇江经天京上驶，即于夹江九洑洲之间，用粮船排列，又在下关南北岸用铁链中贯巨木，横截江面，并有17艘炮船巡防江中，清军战船被拦江索阻滞半年之久。太平军在田家镇所用的拦江索，采用了新的制作技术，即将长铁链分成若干段分别支撑于小船上，江中又采用大木排支撑。小船与大木排的头尾，都用大铁锚钩于江底。当时共用4道拦江索，横置于船、排之上，用铁码锁住，即使敌军砍断其中的1道，其余3道仍能牢系如故①。

上述营寨与要塞工程的基本组成部分，是太平军土营与水营官兵，在吸收前人经验的基础上，加上创新的成果建筑的，具有鲜明的时代特色。

① 《曾国藩全集·奏稿一》，《官军大破田家镇贼折》，岳麓书社，1987年版，第300页。以下引此书时均同此版本。



三、营寨与要塞建筑的基本类型

长于流动作战、打走结合的太平军，经常要在长距离行军后，迅速选择有利地形安营扎寨，构筑各种工事，准备作战。这类建筑，大致有如下9种形式。

1．依山筑营

太平军进入山地作战时，都要选择两山对峙、易守难攻之地，建筑营寨，构筑阵地，扼守隘口狭路，以便捕捉战机，给清军以歼灭性打击（图3－6－5）。其营寨或依山而筑，或于山顶、山腰间分别构筑，互成犄角之势。营寨之间搭建望楼，营前砌筑土墙，墙上开炮眼、射孔，射击清军。山后构筑模拟营寨，遍插旗帜，以为疑兵，迷惑清军，使其不知虚实。

图3－6－5　依山筑营

2．依村筑营

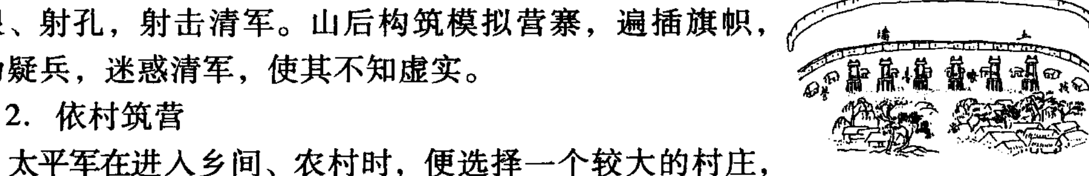


图3－6－6　依村筑营

太平军在进入乡间、农村时，便选择一个较大的村庄，作为扎营的基地，在营外挖壕沟、筑土墙，并在土墙后搭建临时望楼，以便瞭望敌情（图3－6－6）。太平军在山西、河北、山东、直隶等北方各省作战时，经常构筑这类营寨，抗击来犯的清军。

3．夹市筑营

太平军在进至街市附近时，即在其三面构筑营寨与工事，以便作战。空出的一面可与大本营相通（图3－6－7）。

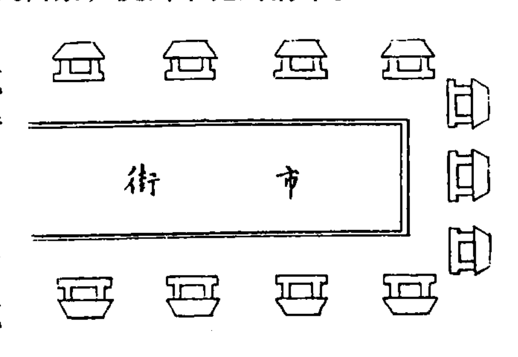


图3－6－7　夹市筑营

4．包营筑营

当太平军发现清军于某处安营扎寨时，即调集大部队，突然包围敌营，并于一二日内筑成环绕敌营的众多营寨，将敌困在其中，待机歼灭（图3－6－8）。或在环绕敌营构筑工事

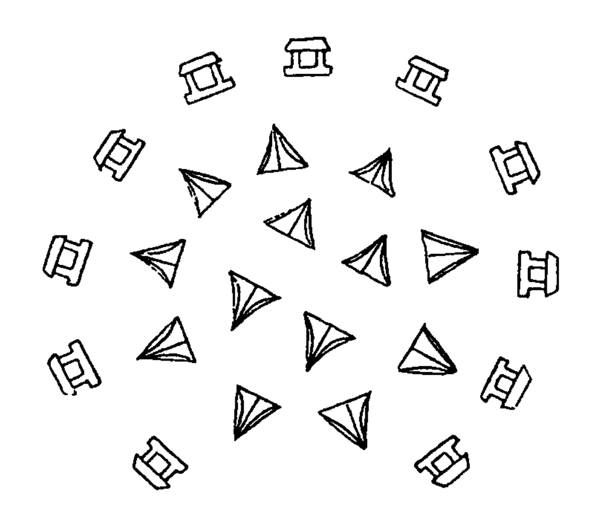


图3－6－8　包营筑营



时，只封围其中的3门，空出1门，故意让被困清军从此门突围而出，待其进入太平军预先设置的伏击地域后，伏兵突起，将其歼灭。这种筑营方式在野战中多有使用。

5. 包城筑营

太平军在进攻清军的坚城时，往往采取环城筑营的方式将清军围困其中，待机攻占城池（图3－6－9）。若清军所据城池一面滨江临河，或自身辎重不足，攻具不全时，便不采取环攻，而是采取重点突破。如果守城清军兵力单薄，城外也没有防御工事，援军又相距很远，便可包围其城池，于城外挖壕筑墙，实施攻城。与此同时，还要在攻城工事的外围，再挖壕筑墙，构成对外正面，以便阻击清军的援兵。于是整个城池便被包围得水泄不通，可以较快地将其攻占。

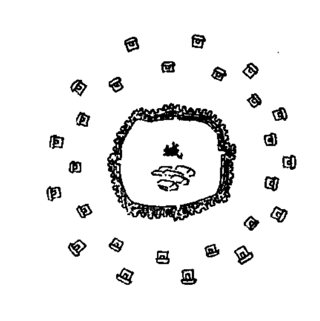


图3－6－9 包城筑营

6. 城上建板屋

太平军在坚守城池时，通常采取两种工程措施：其一是在城墙上搭建板屋，每5垛搭建1间（图3－6－10）。板屋之顶比雉堞高数尺。其二是对于长期坚守的城池，则用砖石将垛口砌闭，只留小孔向外观察，并将城墙加高数尺，以免清军攀城而上。



图3－6－10 城上建板屋

7. 夹江筑营

这种营寨与阵地，都建筑在长江沿岸的大型城池附近。通常在长江的两岸坚筑壁垒。江中用船只搭架浮桥，连接两岸。又在江中横置拦江铁索，阻止清军战船进入防区。船只分两岸停泊。岸上营寨区内建有望楼，向敌的一面建筑一道土墙或一座土城，以防敌军的进攻。夹江筑营由水陆两类工程组成，构造复杂，规模较大，实际上是一座临时要塞。太平军在武昌、田家镇、半壁山等处，都曾建筑过这种营寨与阵地（图3－6－11）。

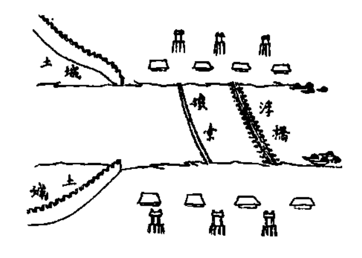


图3－6－11 夹江筑营

8. 夹河筑营

太平军在较大的河流中进行水战时，通常也在两岸与河中建筑营寨与阵地，其法与夹江为营的工程相似，但规模较小（图3－6－12）。

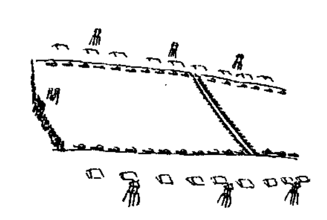


图3－6－12 夹河为营

9. 筏上建营

浮筏又称浮排，或水上木排，是太平军在长江与大河中建造的一种水上营寨或阵地，系由许多大木纵横钉连而成。在浮筏向敌一面，沿边用木桩固连成城墙（又称木城），上开火炮射孔，安有多门火炮。中央构筑木屋、望楼，密架枪炮，筏上铺沙，筏中贮水，以防火攻（图3－6－13）。这种浮筏实际上是一座水上活动堡垒，可以横截江面，阻击敌军战船。天京城外的水营，以及湖口、武昌、田家镇、汉口等江面，都曾在江面的浮筏上筑有规模较大的营寨。



四、城池突破工程

太平军在进攻清军守备的坚城时，都要建筑各种配套工程，对其进行突破，其中颇具创造性的便是“穴地攻城法”。

1. 穴地攻城法

太平军所采用的穴地攻城法，通常是在距离所攻城池数里之外开凿一个巨洞，从洞口对准城墙方向挖掘地道。当地道抵近城基时，即：

> 堆满火药，或（将火药）以柩（即棺材）盛之，而皆藏引线竹筒中，预刻其时为引线之长短，随迟随疾，皆可预定，位置既毕，乃静俟轰烈，乘势攻入①。

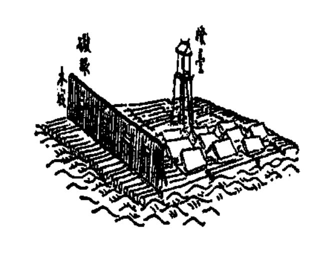


图 3－6－13　筏上建营

挖掘地道进行攻城的战法，明末农民起义军李自成所部进攻开封，张献忠所部进攻成都时，曾将数丈长的大圆木挖空，用火药装填其中，再将它们运抵城墙事先掘好的坑中，点火引爆后将城墙炸开缺口，士兵从缺口处冲入城内。太平军的穴地攻城法比明末又有了许多进步。

其一，技术熟练。太平军挖掘地道的工程都由专业的土营组织实施，参加工程作业的士兵都是矿工出身，技术熟练，工程进展快，质量好。

其二，测量精确。太平军土营内编有专司测量与土质勘察分析的“土司”，具有挖掘坑道的测量技术。经过他们的测量与计算，即使较长的坑道，也能按事先的测量方位，比较准确地通向所攻之城。

其三，施工的安全性与科学性较高。太平军挖掘地道时，都选在城外的空房内作切入口，具有较好的隐蔽性，守城清军难以发现。地道的洞口挖开后，即以大木支架作支撑，进尺越深支架越多，避免了倒塌事故。支架两旁可容人员出入，渣土可从中运出。

其四，两条地道会攻法。咸丰三年（1853 年）六月，太平军进攻怀庆（今河南沁阳）时，最初两次采用穴地攻城法，都被清军抢堵，未能奏效。最后则从两个方位挖掘地道，埋放地雷，会攻一城，终于奏效。

其五，双层地道叠攻法。咸丰三年年底，太平军因多次进攻庐州（今安徽合肥）不克，于是便采用新法实施攻城。其法是在南门月城之旁，挖掘多处地道，形如曲突，又分为上下两层，分别安放地雷、炸药。攻城时，先以上层地道中的地雷、炸药，将城墙轰毁五六丈。当清军忙于抢堵时，埋于下层地道中的地雷、炸药又被引爆，使清军死伤枕藉，惊恐大乱。太平军乘势攻入庐州城内。

其六，采用定时引爆技术。太平军在将地雷或火药放入预定的爆破位置后，便将多根引爆的火药线插入火药中，再经过多根竹筒通到地道出口处，由负责引爆的士兵控制。药线的长度视地道的长度而定。设计者根据药线的长度与燃烧速度，计算出全药线燃烧完毕的时间，再决定实施攻城的时间。这是太平军对明代后期所创地雷与水雷定时引爆技术的发展。

---

① 清·陈徽言：《武昌纪事》，《太平天国》（四），第 602 页。



2. 穴地攻城法的运用

太平军最早运用穴地攻城法是在太平天国二年（1852 年）四月。是时，南王冯云山率部经过全州（今属广西），城上清军发炮击伤冯云山。冯云山即指挥太平军进攻全州。因屡攻不下，便在西门外江西会馆挖地道置火药，轰塌城墙 2 丈余，太平军乘势冲入，占领全州城。

太平天国二年十一月，太平军攻占武昌之战，是穴地攻城法与其他战法协同攻破坚城的著名战例。是月十三日，太平军合围武昌。其时，太平军水营正值初创之时，即与土营协同构筑破城工事。之后，水营连夜架起两座浮桥：一座由鹦鹉洲至白沙洲，一座由汉阳南岸嘴至武昌堤口；又在汉水上架起一座浮桥，使武汉三镇联为一体。土营则在文昌门、平湖门附近开挖地道。十二月初四日凌晨，文昌门附近的地雷起爆，城墙被轰塌 20 余丈，太平军从缺口冲入，其余部队也用火炮、火箭、云梯等攻入城内，占领了武昌城。

穴地攻城法在攻克金陵（今南京）的作战中，也发挥了重要的作用。太平天国三年二月初九，太平军包围了金陵，并选定仪凤门为突破口，并在仪凤门城外挖掘地道，埋设炸药，准备轰城。其余各门的太平军或用火炮轰城，或造云梯攀登城墙，或制巨筏横截江面，拦击水面清军，并派出多支小部队进行游击，以掩护在仪凤门进行穴地攻城的太平军。土营以极快的施工速度，仅在 1 天左右的时间内，挖好地道，埋好炸药，次日凌晨，仪凤门地雷引爆，轰毁城墙 2 丈多，太平军迅速冲入城内。其他各门的太平军也相继攻入城内，占领了金陵。二月二十日，洪秀全进入金陵，并改金陵为天京，定为太平天国的都城。

随后，太平军在北伐与西征中，普遍推广穴地攻城法，攻占了扬州、金坛、六合、杭州、桐城、吉安、临清等坚城。

五、坚固阵地防御工程

太平军十分重视坚固阵地防御工程的建设，每当占领重要城邑后，都要改善与扩建防御工程。其中具有代表性的防御工程有：永安州（今广西蒙山）、怀庆（今河南沁阳）、花园—虾蟆矶、天京天保城与地堡城等防御工程。此外，还有各种规模不等的防御工程。

1. 永安州城的防御工程

咸丰元年闰八月初一（1851 年 9 月 25 日），太平军一举攻占了永安州，取得了首次占领城池的胜利。太平军占领永安后，为保卫州城的安全，即进行城池防御工程的建筑。虽然太平军只在永安驻留 193 天，但却建成了以州城为中心，东至瞭望岭、南达水窦村、西及团冠岭、北到龙眼塘，方圆 100 多平方千米的城池防御体系。充分反映了太平军在起义之初即重视城池防御工程建筑的状况。

瞭望岭是州城东面的制高点，距城约 500 米。太平军在岭上建立东炮台，构成东部防线的中心，并与南面大窖岭、不叫岭等据点，成掎角之势。同时在这一带建筑土城，挖掘暗沟与陷阱，布设“铁打蒺藜梅花坑”，采用“以逸待劳”、“以暗击明”、“冲腰剪尾”、“分兵合击”等战术，打得清军狼狈不堪。

水窦村在州城南 9 千米，由太平军将领秦日纲率部驻守。它们分别在水窦、罗瓮、仙台、古海等十几个村庄、峡口、山头扎营，并挖掘地洞、地道、深沟、长



壕，把各营联系起来，抗击前来进攻的清军。上述遗迹至今仍隐约可见。

团冠岭在州城西约500米处，岭上建有西炮台，炮台处筑有竹木土墙，墙外有深壕，壕内遍插竹签，炮台内建有望楼，门户曲折，处处可以抗敌。

龙眼塘位于州城北2.5千米，实系要隘，建有北风头炮台，与隔江的清军炮台相对峙。萧朝贵所部太平军曾在此重点设防，与清军激战半年之久。

2. 怀庆城外围的攻防结合工程

太平天国三年六月初三（1853年7月9日），太平军北伐军围攻怀庆（今河南沁阳）之战开始。由于怀庆城坚难攻，一时不能攻下，又有清军援兵将至。太平军将领决定在怀庆外围建筑攻防兼备的工事，以收内攻坚城，外阻援敌之效。于是太平军在怀庆外围的四面八方建筑土城墙高约8尺、厚2尺，墙内立木柱，各木柱之间相隔约4尺，两两相对，里外两面横钉木板，中间用土夯实，墙成后将木板撤去。墙上，每隔一定距离开小方洞2、大方洞1，两两相间。小方洞供抬枪发射之用，大方洞供发射火炮之用。土城外挖有壕沟，沟土用于筑城，城毕沟成。沟内插竹签，清军难以超越。太平军于环城所建的土城，既可内攻怀庆城内的守城清军，又可阻击前来救援的清军援兵，实为集攻、防于一体的军事工程。

3. 花园—虾蟆矶防御工程

太平天国四年（1854年）秋，太平军在西征战场失利，被迫转入防御，湘军攻陷岳州（今湖南岳阳）后，退守武汉的太平军，面临着严峻的军事形势。太平军为了守住武汉便在武昌上游东岸的花园与西岸的虾蟆矶，各建1座要塞，驻3营兵力。营外筑土城，城墙上开炮眼。土城挖壕沟、植木桩、插竹签，壕沟外围布荆棘。土城内又有内壕、砖城。要塞区共安100多门火炮。水营在江中安营寨，设木排，木排上建木城、瞭望台与城上木屋。整个设防区形成一个以武昌为中心，外包土墙与壕沟，并由花园—虾蟆矶2个夹江要塞构成的防御体系。既可从陆路阻击来犯的清军，又可从水路拦击清军水师战船①。难怪曾国藩慨叹，说武昌防御工程配系超过了乾隆年间的金川石碉群。

4. 天保城与地保城的山岭防御工程

太平天国四年（1854年），太平天国领导者为监视天京城东江南大营清军的行动，便在钟山（即南京紫金山）与天京城的结合部，建筑了天保城与地保城。天保城建于钟山第三峰之巅，用巨石砌筑，至今仍有部分遗址。登上天保城，即可观察清军扎于孝陵卫一带的江南大营官兵的活动。地保城筑于天京太平门外钟山西南麓与城墙交会处的隘口，其中有3道石垒，外围掘壕3道，植置梅花桩。地保城依托太平门，与天保城、城内富贵山成犄角之势，起着拱卫天京的作用。

六、水陆结合工程

水陆结合的战守工程，主要建于长江沿岸的战略要地，规模较大。最著名的是田家镇—半壁山、湖口—梅家洲战守工程。

1. 田家镇—半壁山战守工程

太平天国四年八月二十三日（1854年10月14日），太平军主动放弃武昌、汉

① 《曾国藩全集·奏稿一》，《官军水陆大捷武昌汉阳两城同日克复折》，第217页。



阳，退守田家镇—半壁山防线。太平军于两地的长江中，横置4道拦江铁索，以拦阻湘军水师战船。又在北岸的田家镇街外，构筑一道1千米长的土城，城墙上开炮眼，安置火炮，以便对准江心，轰击突入防区的湘军水师战船。拦江铁索的另一端植根于南岸的半壁山下。半壁山雄峰矗立，俯视大江，与田家镇隔江相对。山上设大营1座，小营4座，山下挖一道深丈余，阔三四丈不等的沟，沟中引内湖之水灌之。沟内建炮台、木栅，沟外密钉竹签、木桩。其坚固程度与花园—虾蟆矶防御工程相似，而险要程度则大有超过之势①。

2. 湖口—梅家洲战守工程

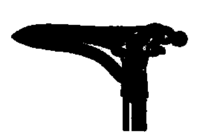
太平天国四年十一月十四日（1855年1月2日），太平军罗大纲与石达开部分别进驻梅家洲与湖口镇，指挥太平军建筑湖口—梅家洲战守工程，以抗击曾国藩所部湘军的进攻。湖口系鄱阳进入长江的门户，湖口镇地处石钟山上，筑有坚实土城，安置多门火炮，居高临下，控制水道。湖口镇的西岸是梅家洲，其时洲上已建成2座木城，高与城等。木城墙面上开炮眼3层，具有较强的火力。城外根植木桩与竹签，广布十余丈，比花园—虾蟆矶、田家镇—丰壁山防御阵地更为严密②。又挖掘壕沟数重，内安地雷，其上用大木交错搭架，钉铁蒺藜于其上，以阻碍湘军人马的行动。湖口—梅家洲之间的水面上，设有木筏水城，以便攻击湘军水师战船。至十二月二十五日，太平军依托湖口—梅家洲的防御工事，在太平军将领的正确指挥下，击败了前来进犯的曾国藩所部湘军，史称太平军此战之胜为"湖口大捷"。

太平军以冷兵器开始起义，在起义战争的发展过程中，采用多种方法制造各种武器与战船，改善自身的装备与提高战斗力。同时，他们又在野战、攻城战、守城战与水战中，构筑了许多新型的、大规模的军事工程，并综合利用这些军事工程，创造了许多适用于农民战争的新战术与著名战例，对中国军事工程技术的发展，作出了重要的贡献。

---

① 《曾国藩全集·奏稿一》，《陆军踏平半壁山贼营及水师续获大胜折》，第281页。

② 《曾国藩全集·奏稿一》，《浔城逆党两次扑营均经击败折》，第369页。



第七章
军事技术思想

由于清代前期缺乏军事技术书籍，因此其军事技术思想大多反映在皇帝的诏令、谕旨、论述、作战指挥行动，以及官员们的奏议、文集中。

第一节　嘉庆以前的军事技术思想

清朝皇帝的祖先世代居于长白山、松花江、黑龙江一带，长期过着狩猎生活，弓马骑射为其所长。自爱新觉罗·努尔哈赤崛起后，其军事技术便随着战争的进展与武备建设的推进，不断得到发展，与之相应的军事技术思想也逐渐发生变化。

一、以弧矢起兵并不断发展兵器制造

清朝“以弧矢定天下”[18]，主要是满洲八旗的缔造者统帅努尔哈赤提出的，是利用当时女真人所有的弓矢铠甲等简陋兵器，进行统一女真各部并同明王朝争夺天下的军事技术思想①。万历十一年（1583年），努尔哈赤袭父职为建州左卫指挥。其时女真社会阶级和民族矛盾日益尖锐复杂，各部族间的争夺和仇杀此伏彼起。为了结束这种状态，统一女真各部，努尔哈赤便举起“义战”旗帜，进行统一女真各部的战争。但是，在各部中努尔哈赤所部的实力并不强大。装备也并非最优，然而他一不等二不靠，除运用政治谋略外，果断地利用父、祖所遗存的13副铠甲，制造一些弓箭刀枪，组建了一支近百人的队伍开始起兵，一举攻下尼堪外兰部所占据的图伦城（今辽宁抚顺东）。至万历十六年，便统一了建州女真的苏克素护（一作苏克苏护）、浑河、完颜、董鄂、哲城（一作哲陈）等五部。至此，“环满洲而居者，皆为削平，国势日盛”②。

努尔哈赤以弧矢起兵，并不是说他在思想上甘心依赖落后的兵器进行战争。相反，他在战争进行过程中，十分重视兵器的生产，在赫图阿拉老城的北门外和南门外，分别集中制造铠甲的铁匠和制造弓矢的弓箭匠，兴炉鼓铸，制造铠甲和弓箭刀枪等兵器。也就在万历十六年，他创立了八旗制度，编成了八旗军。次年，又在八旗军中组建了环刀军、铁锤军、赤串军、能射军等专业部队③。后来，有个朝鲜通事河世国前来拜见努尔哈赤时，看到努尔哈赤帐中有“甲匠十六名，箭匠五十余名，弓匠三十余名，冶匠十五名”④ 等众多的兵器制造弓匠。

努尔哈赤在统一女真各部后，其实力大为增强，军队的武器装备得到很大改善。从天命四年到天命十一年（明万历四十七年到天启六年，1619—1626年），在后金军同明军进行的萨尔浒之战、辽阳之战、广宁之战、宁远之战等重大战役中，

① 《清史稿》卷一三九《兵志十一·制造》开篇语称：“清代以弧矢定天下，而威远攻坚亦资火器。”
② 《清太祖武皇帝实录》卷一，见《清入关前史料选辑》第一辑，第312页。
③ 见本编参考文献[18]，第1530页。
④ 见本编参考文献[18]，第2167页。



努尔哈赤的部队所使用的兵器已经有大刀、竹柄与木柄长枪、利剑、弓箭、云梯、大盾车、掩蔽式掘城车，还有一部分火毬、火箭、火弹、鸟枪等传统火器①。

天命七年，后金军攻取沈阳与辽阳后，一方面，由于在攻城战中被明军火炮击杀众多，另一方面，也由于在多次作战中后金军缴获了明军众多火炮，于是努尔哈赤在总结攻城略地经验的基础上，提出了欲破坚城"非炮不克"的思想。同时要求：一支4 000 人的部队要有大炮10 门、长炮80 门；3 000 人的部队要有大炮8 门、长炮54 门；2 000 人的部队要有大炮5 门、长炮40 门②。说明努尔哈赤此时已十分重视火炮的制造与使用。

从努尔哈赤一生的军事生涯中，可以看出他的军事技术思想在不断发展与提高。起兵之初敢于以当时所仅有的劣势装备同优势装备的强敌抗争，在战争进行过程中不断发展各种兵器的制造与使用，在实力充裕时尽量制造与使用技术最先进的火炮。努尔哈赤的军事技术思想对其后代产生了一定的影响。

二、重视仿制新型火炮及掌握攻城技术

这是皇太极统率后金军在关外同明军作战过程中形成的军事技术思想。皇太极是努尔哈赤第八子，生于万历二十年（1592 年），青少年时随父征战。天命十一年九月，于沈阳继后金汗位，改明年为天聪元年。继位后，即以夺取关外，逐鹿中原为目标，积极发展军事实力，相继组建蒙古八旗、汉军八旗，完善了八旗军制。要求部队严格训练，操演娴熟。为了改善后金军的装备，提高后金军的战斗力，在继续保持与发展八旗兵弓马骑射长技的同时，极其重视采用先进的军事技术，仿制明军的西洋大炮。为此，他于天聪五年（1631 年）开始设立专门机构，委派官员，以优厚待遇与奖励政策，聘请汉人工匠与炮师，并利用投降后金的明军炮手，仿制成第一批红衣炮"天佑助威大将军"，开创了后金军制造红衣大炮之先河。少数民族政权仿制西洋大炮自此始，而皇太极则是杰出的组织者与领导者。之后，又于崇德七年（1642 年）及八年，在锦州制造了两批红衣炮，为清军入关夺取坚城要塞创造了条件。

皇太极在发展红衣炮制造与使用技术的同时，还让后金军在进攻明军坚守的城池与要塞中，构筑长围久困或城防突破工程，使长于野战的后金军又掌握了进攻坚城与要塞的技术与战术。如天聪五年（1631 年），后金军数万人在进攻大凌河城（今辽宁锦县）时，先在城外挖壕筑墙，在城周围25 千米内挖壕4 道，按八旗左右翼方位扎营盘45 处，切断明守军与外界的联系，并以红衣炮攻城，迫使明军献城投降。崇德六年（1641 年）三月，清军在围攻锦州时，在城外四面扎营，掘壕堑，设栅木，封锁各条通道，并用红衣炮攻城。当年七月底，援救锦州的明军进至松山与锦州之间的乳峰山东侧。皇太极因清军强攻不下，便于八月二十日将大军部署于松山、杏山之间，切断两城间的通道，继而又从锦州城西往南，穿越松杏大道，直至海口，连掘3 道大壕，壕深8 尺、宽丈余，人马不能通过，将明军

---

① 《满文实录》第四卷至第八卷附录中有这些武器的图绘。其中所用的传统火器或为自造，或缴获于明军。

② 《满文老档》，卷二十三，《太祖》。



置于包围之中。明军突围不成，最后被迫于次年三月献城投降。明军在关外的宁锦防线至此彻底崩溃，清军入关已成必然之势。这同皇太极重视制造与使用新型火炮，让后金军学习与运用进攻坚城技战术的思想是分不开的。崇德八年八月，皇太极去世。

三、勿以太平而忘武备

这是清朝入关后第一代皇帝福临于顺治七年（1650 年），告诫各将领的话①。所谓武备，即包括为保障战争的胜利和平时的安全所进行的各项人力、物力的准备，武器装备的制造则是其中的重要内容。为此，顺治朝廷即按其祖上“一切军器皆归实用”，“制度有定式，给发有定数，检阅有定期，年久朽损或出征残缺者以时修补，盈余者令官兵典守以备用”② 的传统规定，开始在北京及一些地方，设立八旗炮厂、火药厂、军器作坊，制造火炮、火药等各种军器，在沿海各省设立战船建造厂，建造各型战船，装备水师。在各省驻防八旗开始编制铁匠、铜匠、镟匠、弓匠、箭匠、髀头匠（即箭镞匠）、盔匠、甲匠、鞍匠、马甲匠等匠役兵，制造与维修本部官兵所使用的各种军器。北京与各省开始修缮城池，提高京师与各地的守备能力，并在建造与修缮驻军营房与守备设施的同时，增建火药配制与枪械修造厂房、作坊，供当地驻军使用。

四、大力发展以造炮为龙头的军事技术

这是玄烨发展军事技术的指导思想。玄烨是清世祖福临的第三子，八岁嗣位，于康熙六年（1667 年）亲政。在其即位十余年后，南有“三藩”割据，西北有卫拉特蒙古准噶尔部作乱，东南有郑氏后代占据台湾，东北有沙俄入侵，军事形势十分严峻。为此，他采取诸多举措，大力发展火炮制造，提出了“军中火器甚为紧要”的观点，把火器的发展推向一个新的阶段。

首先，他设立了养心殿造办处、景山炮鸟枪监造处、铁匠营枪炮制造处，并破格聘请中外著名的枪炮制造专家制造精良火炮。

其次，他要求铸造火炮要“加意精工”③，成品要验收合格后才能使用。所铸火炮要适作战的需要，在复杂地形使用的火炮要力求“轻便利用”④，力求“轻利便于运动”⑤。

其三，治国既要重视火器又不可全恃火器。

康熙认为发展火器的制造与使用技术，只是提高军队战斗力的一种手段而不是全部。他指出“治天下之道，在政事之得失”⑥. 吴三桂火器虽多，但不行仁义，最终不免覆亡。“观此，则火器之不足恃可知矣。”⑦

其四，加强海防战船关系紧要。

---

① 《清史稿》卷一三九《兵十·训练》，《清史稿》十四，第 4123 页。
② 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器》，《清朝文献通考》（二），第 6577 页。
③ 清·勒德洪等撰：《平定三逆方略》卷八，第 116 页，康熙十三年八月壬寅，《四库全书》本。
④ 清·勒德洪等撰：《平定三逆方略》卷八，第 116 页，康熙十三年八月壬寅，《四库全书》本。
⑤ 《清圣祖实录》卷五，康熙十四年十一月庚子，《清实录》四，第 751～752 页。
⑥ 《清圣祖实录》卷一〇四，康熙二十一年八月己卯，《清实录》五，第 48 页。
⑦ 《清圣祖实录》卷一〇四，康熙二十一年八月己卯，《清实录》五，第 48 页。



清王朝虽然在顺治年间已经开始在沿海各省设立造船厂，但大规模的建造各型战船，都是自康熙年间起。康熙认为，加强海防“战船关系紧要”①，所用船料不能单薄，成造战船的服役年限不可过长，在役期间要经常维修②。

但是，由于康熙后期的战事减少，国内局势日趋稳定，清军对火器的需求减少，军事技术的发展也随之缓慢，自雍正年起，甚至出现了逆转的局面。

五、武备要以弓矢为要务

自雍正至嘉庆年间，清朝的三个皇帝却没有适应历史潮流的发展，却依祖宗的陈词，使军事技术又回到倚重弓马骑射的老路上去。胤正以“满洲夙重骑射”，在营兵丁“不可专习鸟枪而废弓矢”为由，推行“只有马上枪箭熟悉者”，“才能勉以优等”③ 的片面和守旧的思想。弘历继位后又明确提出“武备尤以弓矢为要务”④，“营务以弓马为主”⑤，“弓箭尤为紧要”⑥ 等主张。

在这些思想的束缚下，清王朝中央与地方的兵器制造机构，即把工作的重点，从创制新型枪炮，转移到对旧式火炮进行维修、改造、重铸，以及大量制造刀矛弓矢等冷兵器上，这种状况一直延续到鸦片战争时期。

第二节　道光、咸丰年间的军事技术思想

道光、咸丰年间的军事技术思想，主要反映在两大类历史文献中。其一是道光、咸光两帝的诏令和谕旨中所涉及的军事技术思想，大多与前任皇帝相近，创新之意甚少，守旧之论较多，虽有抗敌御侮之词，但常与实战需求相脱离。其二是一批爱国将领、思想家、大臣的奏议和著作中所涉及的军事技术思想，这些思想推动了适应当时实战需要的武器装备的制造与使用、军事工程的建筑与守卫。在吸收传统思想的基础上，迸发出开眼看世界，借鉴外国先进技术的思想火花。其中具有代表性的有：关天培的《筹海初集》、《林则徐集》中的有关部分、魏源的《海国图志》中的有关部分。

一、《筹海初集》及其所反映的军事技术思想

《筹海初集》是关天培在道光十四年（1834 年）九月至十六年十一月，于担任广东水师提督期间所上奏折以及各种公牍的汇集。全书 4 卷，约 13 万字，附图 28 幅。书前有自序：

---

① 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦典大清会典事例》（二十一），第 16492 页。

② 《钦定大清会典事例》卷九三六《工部·船政·战船一》，《钦典大清会典事例》（二十一），第 16492 页。

③ 《清史稿》卷一三九《兵十·训练》，《清史稿》十四，第 4123 页。

④ 《清高宗实录》卷一四七，乾隆六年七月壬辰，《清实录》十，第 1122 页。

⑤ 《清高宗实录》卷二三三，乾隆十年正月辛卯，《清实录》十三，第 9 页。

⑥ 《清朝文献通考》卷一九四《兵考十六·军器·火器》，《清朝文献通考》（二），第 6580 页。



培蓰任以来，如临如履①，凡思虑所能及，力量所能到，事之所能力肩者，莫不次第举行，期于有备。唯近性健忘，是以将一切稿体录而存之，愈积愈多，久而成帙，爰即饬承，摘分四卷，名之曰《筹海初集》。

全书反映了关天培的军事技术思想。

1. 整饬海防必须处处周密

这是关天培整饬海防的主导思想。关天培于道光十四年九月十九日（1834年10月21日）接到调任为广东水师提督的上谕后，仅携家丁3人，于十一月初六日驰赴广州省城接任。上任即以处处周密的思想，审阅沿海海图，查摘文献，亲赴各处炮台进行勘查。除随查随改外，又于道光十五年十月初十日，为筹备春秋训练，提出了15条系统而周密的措施，其中关于军事技术的有：各炮台火炮要增备火药、封门铁弹、群子，以备使用；各炮台的所有234门火炮，都要制作炮盖，遮盖炮身，以免日晒雨淋，锈烂炮身；每年抽调提标中左右及香山、大鹏等5营中的2艘米艇船，共10艘米艇船，进行春秋2次大操，并为船上装备的120门船炮，准备21 600斤火药、13 412个装火药的红布袋；每年每门火炮需要更换1把铁炮铲、1根臼药木棍、1条麻帚、1条铁门针、1根铅星斗、1副撑炮杂木棍、1个皮巴掌、1块炮眼锡盖等随炮附件；每年需要更换一次标志桩，以便测量潮水水位，供各炮台火炮作瞄准轰击之用；水师战船备用的大小火箭、五虎箭、群虎箭、喷筒、火罐、火号、箭箱、箭溜等火器及其附件，要按季制造，更换周期不得超过3个月，以免转潮；每年都要为各炮台更换或添置号灯与号旗，供瞭望、巡防之用；各炮台每年共要补充火绳500丈，火绳应以榕树根浸泡火药液后制成为好；每年春天要在虎门海口贮积40吨山柴与茅草，以备火攻之用②。虎门要塞加强守备的上述种种措施，充分体现了关天培“整饬海防必须处处周密”的思想。

2. 火药务必精工炼制

关天培鉴于虎门要塞装备的火炮及其他火器数量众多，对火药的需求量大，提出了火药要“精工炼制”的思想。只有精工炼制的火药，才能使射出的炮弹“致远于汪洋，攻坚于口岸”③。然而当时广东水师所使用的火药，常因转潮而不能使射出的炮弹“致远摧坚”，影响了清军的作战训练。为了解决这一多年困扰广东水师的问题，关天培亲临火药制造作坊，在研究火药配方、火药配制工艺、火药的密封与贮存技术的基础上，采取了以下4条改进措施。

其一，对制造火药用的硝、硫、炭等原料必须进行精选、精炼。硝要提净，磺要去渣，炭要烧透存性，拌和配制时臼力要足，捣碾次数要多，以便制成精良的火药。

其二，配制火药要在秋高气爽的季节进行，绝不能在夏季多雨水的季节制作，以保持所制火药的干燥洁净，处于良好的备用状态。

---

① 此处是关天培自叙其担任广东水师提督以来，事事谨慎，如临深渊，如履薄冰。又从《筹海初集·传》，第4页。“壬寅正月十七裕（靖节）公（即裕谦）札”句可知，《筹海初集》的刊印不会早于道光壬寅年，即道光二十二年（1842年）。

② 清·关天培：《筹海初集》卷三，《春秋训练筹备一十五款稿》，第24～30页。

③ 《筹海初集》卷一，《通行各营赶购硝磺配造火药以实储备稿》，第43～44页。



其三，炮用火药按每百斤配硝80斤、磺10斤、炭粉10斤的比例配制。造成晒干后即贮于瓷缸之内，密封严固，不使透气，不让其吸湿转潮，影响发射①。

其四，由于虎门要塞8座炮台与广东水师，每年春、秋操练火炮射击，需要火药33 538.5斤，难以集中制造。于是关天培采取分散制造约期共同使用的措施，将原料与工价银分配给本标中左右营及香山、大鹏各营使用，既满足了使用的需要，又保证了火药的质量②。

3. 铸炮断不可稍有将就

关天培认为，海口防堵以炮位为第一要体，铸造“断不可稍有将就”。他到广东赴任后，即对虎门要塞各炮台的火炮进行考查，发现省城存贮旧炮大多锈蚀，不可再用。据此他即频频上奏，增铸新炮。他要求铸造火炮必须实工实料，锻炼纯熟，断不可稍有将就，只有这样，才能铸造出轰击得力的火炮。然而，虎门要塞各炮台在道光十五年（1835年）九、十月间，对新铸的59门火炮进行试射时，竟致炸裂10门之多。究其原因，实系工匠偷工减料，没有将铁砂提炼纯净，铸造工艺粗糙所致。在炸碎的铁片中。杂有许多渣滓，膛口凸凹不平，炮壁多孔眼，形如蜂窝。关天培经过认真查验后，决定惩办渎职官员与造炮工匠，并责令承造者加工提炼，如数赔造③。在关天培严令追究下，承铸火炮者于道光十六年四月，将炸裂火炮如数赔造完毕，经试射后“均堪合用”，使虎门要塞所安234门火炮都能安放到位④。

4. 虎门各炮台尤当力加整顿的思想

虎门要塞是守卫广东沿海的壁垒，炮台的坚固程度是有效抗击英国侵略者的关键。关天培到任后，即于道光十四年（1834年）十一月，亲赴虎门要塞各炮台逐一进行勘查，并制定了相应的改造、扩建与新建的方案。至道光十五年十二月，各项工程告竣，体现了关天培关于“虎门各炮台尤当力加整顿”，“以壮观瞻而严备御”的思想。其中经过改造的横档、镇远、大虎各炮台的垛墙，都在原有的基础上加高砌平，炮洞外窄内宽，炮台一律修补齐平。新建的南山威远月台左右护墙弯长70丈，炮台长40丈，宽11.6丈，开炮洞40个，左右两边包角，石墙上建城门、官厅、兵房、拱篷、药局、东西两座望楼、城楼、石阶，一律完固坚整。新建于横档山背的永安炮台，左右护墙湾长68丈，炮台长40丈，宽10丈，开炮洞40个。新建于芦湾山脚的巩固炮台，左右护墙湾长51丈，炮台长21丈，宽6.5丈，开炮洞20个。上述各炮台的护墙、垛墙、台面等墙体与地面，都分别用长宽高不等的大青麻石交错砌筑，完固坚实，具有较强的护卫作用⑤。

5. 兵技务求精益求精

关天培认为，要加强虎门要塞的守备，达到振扬威武、慑服夷心的目的，除了添建炮台、增铸火炮、建造师船、齐备军器外，还必须要有统兵上官，督率官

① 《筹海初集》卷三，《火器所以不堪久贮覆稿》，第31页。
② 《筹海初集》卷四，《扎营分造火药稿》，第3~4页。
③ 《筹海初集》卷三，《添建炮台工竣新炮炸裂严责赔造折》，第41~42页。
④ 《筹海初集》卷四，《赔铸新炮工竣恳将都司黄廷彪开复折》，第24~25页。
⑤ 《筹海初集》卷三，《添建炮台工竣新炮炸裂严责赔造折》，第41~42页。



兵操练精严。对各种兵器要使用纯熟：炮手要练习瞄准，务使高低远近不差毫厘；鸟枪手要熟练站、蹲、卧等射击技巧；火箭手、火筒手要配合枪炮兵杀伤敌军；弓箭手要熟悉、要练习准头，师船调戗要轻灵，水兵要浮潜并用。关天培要求虎门要塞和广东水师官兵，对各种武器装备的使用技术，已精者要精益求精，未精者要渐就精强，“总令一兵得一兵之用，饷不虚糜；一弁有一弁之能，官不尸位”①。只有这样，才能收抗敌御夷、保卫海疆之效。为了督促官兵的训练，关天培还制定了具体的赏罚章程：对技术熟练、成绩优良者，即行升赏；对技术生疏、成绩不佳者，即行降罚；官员督率不力者，即行革职。由于关天培制定的措施具体，要求明确，准备充分，赏罚分明，执行严格，所以驻守虎门要塞的守台官兵与广东水师，对凭台坚守与出没波涛的军事工程技术与战术，都有较好的训练与掌握，其战斗力也比其他部队要高。道光十九年九月初五日（1839 年 10 月 11 日），虎门要塞守军及广东水师会同进行秋操，林则徐会同关天培前往会阅，并在《会阅虎门秋操折》中，对这次会操作了具体记载：

> 九月初五日会同臣关天培，亲诣沙角、大角、威远、镇远、横档、永安、巩固、大虎及靖远各炮台，点验弁兵强壮足额，军械火器，具属齐全，调操各营师船十只，皆坚固整齐，额配兵械无缺。臣等随登海口沙角炮台，按图先阅船操，次阅水兵泅水阵式，正变相生，进止合度。枪炮首尾响应，师船调戗轻灵。其泅水以及凫水对械各兵，出没波心，浮潜并用。爬桅各兵，均能升高演技，胆壮气雄。所有九台大炮及施放各项火器，高低远近，悉依臣关天培所定尺寸施放，尚合准绳；各台炮火夹攻靶船，辄被击中。将弁谙于将令，士卒习于波涛……又饬专管排链弁兵分驾划船，将各排链按法启闭，较前愈为便捷②。

这一记载全面反映了关天培在担任广东水师提督的 5 年中，在整饬广东海防、建筑炮台、铸造火炮、制造兵器军械、训练官兵等诸多军事工程技术中所取得的成果。作为记录与总结这些成果的《筹海初集》，则是关天培军事技术思想的结晶，具有较高的科学性与历史真实性，是了解与研究道光年间军事技术思想不可多得的珍贵文献。

二、《林则徐集》及其所反映的军事技术思想

《林则徐集》是林则徐一生主要奏稿、公牍、日记、文抄、诗抄、信札的汇集，有关军事技术思想的内容，主要集中在他担任钦差大臣及两广总督期间的文稿中。

1. 知夷虚实必须探访夷情

林则徐是中国近代最早放眼看世界的人，他到广东就任钦差大臣和两广总督后，为了解欧美尤其是英国的情况，组织人员天天探访有关英国等西方国家的情形，并设立译馆，集中二三十个善译之人，购买其新闻报纸，翻译外文书报，编成《四洲志》，同时翻译外国律例与军事科学技术书籍，供将弁阅读，让将弁了解

① 《筹海初集》卷一，《通行训练章程挑选精壮士卒稿》，第 36 页。

② 《林则徐集 · 奏稿》上册，《会阅虎门秋操折》，中华书局，1985 年版，第 690 页。



夷情，知夷虚实，寻求制夷之策。此举开了近代研究欧美、研究敌人武器装备的新风气。

2. 分析夷情提出“以守为战”的思想

林则徐在“探访夷情”的基础上，对英军的情况进行了全面的分析，并提出了“以守为战”的抗英思想。林则徐认为，清军与英军在军事技术上各有长短。

首先，从武器装备上看是敌强我弱。英军舰大船高，擅长水战，其舰炮摧毁力大。清军水师战船均系木质帆桨战船，炮火不强，经不起洪涛巨浪，故不利在海上作战。英军的火炮射程远及十里内外，清军火炮的射程近，而且射击技术也不熟练①。

其次，英军与清军“劳逸殊形”。英军远离本土，劳师远征，耗费巨大，枪炮舰船虽处优势，但弹药供给也不能长久支持②。清军在本土作战，凭险而守，枪炮舰船虽处劣势，物资补给方便，有“以逸待劳”之利③。

其三，清军与英军“众寡异势”。清军守土保国，兵力处于优势，又有民众支持。英军赁船雇兵而来，兵力接济有限④。

林则徐据此认为，清军可以发挥以众击寡、以逸待劳的长处，实行“以守为战”之策，使英军的坚船利炮、擅长水战的优势处于无用武之地，并最终将其击退。

3. 固要塞以资控制

这是林则徐“以守为战”的主要措施。他除了在赴任后不久，即与关天培检察虎门炮台及排链，要求工程建筑“百密不任一疏”⑤外，又于道光二十年（1840 年）三月，奏请朝廷在沙角嘴、官涌添建炮台，并调兵至两处炮台进行守备，以免英军战船再度利用沙角嘴附近水面“四面环山，藏风聚气，波恬浪静，水势宽深”的环境，作为盘踞的巢穴⑥。沙角嘴与官涌炮台建成后，使虎门要塞左翼的防御前沿向前推进至海中，加大了防御纵深，提高了守备能力。

4. 制炮造船必求坚利

这是林则徐筹办广东防务，抗击英军入侵，制炮造船的指导思想。他认为在武器装备上清军同英军相比，一是器不良，二是技不熟⑦，要想“剿夷而不谋船炮、水军，是自取败也⑧”。为改变这种状况，他奏请朝廷增造船炮，而且要做到“制炮必求极利，造船必求极坚。即使一时难以办到，也要为长久之计而“事先筹维”，只有这样，制夷才“可裕如”⑨。

为了增加虎门各要塞的火炮，他一方面与关天培组织工匠铸造火炮，另一方

① 《遣戍伊犁行次兰州致姚春水、王冬寿书》，《鸦片战争》一，第 568～569 页。
② 《林则徐集·奏稿》中册，《密陈办理禁烟不能歇手片》，第 883 页。
③ 《林则徐集·奏稿》中册，《密陈办理禁烟不能歇手折》，第 883 页。
④ 《林则徐集·奏稿》中册，《烧毁匪船以断英船接济折》，第 762 页。
⑤ 《林则徐集·奏稿》中册，《覆奏查察虎门排链炮台折》，第 642 页。
⑥ 《林则徐集·奏稿》中册，《尖沙嘴官涌添建炮台折》，第 797 页。
⑦ 清·林则徐：《遣戍伊犁行次兰州致姚春木、王冬寿书》，《鸦片战争》一，第 568 页。
⑧ 清·林则徐：《遣戍伊犁行次兰州致姚春木、王冬寿书》，《鸦片战争》一，第 569 页。
⑨ 《林则徐集·奏稿》中册，《密陈办理禁烟不能歇手折》，第 885 页。

面又设法秘密购置欧美国家5 000～9 000斤的铜铁火炮①约200余门，更换原有旧式不堪使用的火炮，增加火炮的配备数量，提高虎门要塞的守备能力。与此同时，林则徐还命广东布政使齐用迁，及时为广东水师修造外海与内河战船101艘，交付各营使用②。除组织工匠修造战船外，林则徐还设法购置了外国的旧式战船“剑桥”号，对之加以修理安上火炮，供官兵进行模拟作战训练之用。

5．利用现有武器装备袭击英军

林则徐不但积极组织人员造坚船制利炮，准备抗击强敌的进攻，而且多方设法利用现有的武器装备袭击英军。其法是待英舰闯入港湾或内海后，利用其舰体庞大转动不灵的弱点，派遣兵士与水勇，驾驶火攻船，船上装载柴草、松明、擦麻油根及火药等燃烧与纵火之物，乘月黑潮退之夜晚，悄悄接近停泊在港湾或内海的英船及汉奸之艇。在此战术与技术指导下，兵士与水勇曾于道光二十年（1840年）五月初在磨刀洋外烧毁英军舢板船2只、大小艇11只。五月初十日，林则徐用每2只相连的10只火攻船，乘风潮攻击泊于金星门与老万山海面的十多只英军舰船，迫使其不敢驶近海口③。

林则徐军事技术思想具有实事求是的特色。他承认清军在军事技术上弱于英军的客观事实，因而采取各种措施，改善清军的武器装备与防御设施，提高抗击英军的战斗力，实施扬长避短、以守为战的方针藉以击退英军的进攻，以保卫国家的大门。这种思想是林则徐区别于顽固派与投降派的重要标志。顽固派既以天朝大国自居，不承认军事技术上敌强我弱的客观事实，又畏惧英军的坚船利炮，不承认中国军民有抗击英军入侵的可能与必要，在思想上与行动上自毁藩篱。两者的思想形成鲜明的对比。

三、《海国图志》及其所反映的军事技术思想

《海国图志》是魏源的代表作，集中反映了魏源在第一次鸦片战争前后的军事技术思想。

《海国图志》是魏源在林则徐组织人员编译的《四洲志》的基础上，几经增补后编辑而成的。道光二十二年十二月（1843年1月），50卷本《海国图志》问世，全书570 000字。道光二十七年，经过扩编后的60卷本《海国图志》于扬州刊印。咸丰二年（1852年），100卷本《海国图志》在高邮出版，全书约880 000字，附地图75幅、西洋船炮器艺等图75页。全书集中反映了魏源主要的军事技术思想。

1．师夷长技以制夷的思想

魏源的《海国图志》是清军在第一次鸦片战争失败后所作，“师夷长技以制夷”的主要含义就是学习西方先进的军事技术，提高清军的战斗力和改善国家的武备，抵御西方殖民主义者的入侵。故《海国图志》以“筹海篇”为总纲，综论天下形势，探讨加强海防，抗击外夷之策。他认为，要筹划抗夷之事，“必知夷

① 《林则徐集·奏稿》中册，《英人续来兵船及粤省布置情形折》，第838页。

② 《林则徐集·奏稿》中册，《修造战船折》、《修造米艇各船完竣折》，第812、858页。

③ 《澳门新闻纸》第5册，《澳门六月十三日新闻纸》，《鸦片战争》（二），第480～481页。又《兵勇约法七章》在魏源《海国图志》卷八十《筹海总论四》中记为《剿夷兵勇约法七条》。



情，知夷情必知夷形”①。他指出，外夷之本性是“唯利是图”、“唯威是畏”，其所恃者是其长技坚船利炮。因此，他主张整军经武，以战止战，并在“制敌者必使敌失其所长”的思想指导下，提出了“师夷长技以制夷”的策略，以发展军事技术为切入点，倡导学习外国造坚船、制利炮的先进军事工程技术，以及养兵练兵之法，使“西洋之长技为中国之长技”②，以改变中国军事技术的落后状态。

2．设立厂局制造船炮的思想

魏源以康熙朝廷聘请比利时传教士南怀仁制造火炮平定三藩为例，以欧洲各国都选择重要港埠设立枪炮舰船建造厂为依据，认为要学习西方建造枪炮舰船的长技，就必须设立造船厂与火器局。为此，他建议朝廷要在虎门要塞区的大角与沙角，建设造船厂与火器局，聘请与英国有利害冲突的美国与法国的匠师，前来广东帮助建造枪炮舰船，并允许沿海商民自行设厂造船。同时派精明工匠与精壮士兵，向美、法两国匠师学习制造与使用欧美的船炮之法。这样经过几年之后，夷人之长技就为我之长技了。魏源的这一设想，是要通过造船厂与火药局的设置，把沙角与大角建设起来，打破英军对我南海的控制。可见魏源对造船厂与火器局地址的选择，是从师夷的措施出发，达到制夷的战略目标，把筹划军工基地与海防建设统一起来，这是魏源的高人一筹之处。

3．裁撤旧水师与组建新舰队的思想

魏源建议朝廷要逐步裁撤部分旧式水师，购置一些中小型战舰，组建一支能在外海抗敌的新舰队。他主张把能建战舰与能造炸炮、水雷的人，视为科甲出身。把善于驾驭飓涛、熟悉风云沙线与射击技术的人，视为行伍出身。如果经严选合格，就送沿海水师教习技艺。凡水师将官，必须从船厂与火器局中选拔，或者由舵工、水手、炮手充任，国家要提高这些人的地位，这样就一定会造就一支新型的舰队。

4．实行军工与民用结合的思想

魏源主张把造船厂与火器局的建设，同兴办民用工业结合起来。他认为，造船厂不仅可以建造战舰，而且可以建造商船，供运输货物之用。火器局在制造枪炮之余，还可以制造量天尺、千里镜等对国计民生有用的东西。与此同时，如果沿海商民自愿设立厂局，制造枪炮舰船，可听其自便。这样做既可以军用带动民用，又可以民用之收入养军用之费，以减轻国家对制造军工产品的财政支出。由此可见，魏源是清代第一个提出军事技术与工业技术、军事工业与民用工业结合发展的思想家。

5．以守为战的思想

魏源依据对清军与西方国家军队在军事技术差距的全面分析，提出了“以守为战”的思想。他认为，英军舰体高大，底质坚厚，炮火强大，分散锚泊，适于在外海机动。清军外海水师与之相比则处于劣势，因此不可在外海与之交战。若英军闯入内河，则其船炮的优势丧失大部，而清军的守备设施及武器装备便可发

① 《海国图志》卷二，《筹海篇三·议战》，《中国兵书集成》47，第83页。
② 《海国图志》卷二，《筹海篇三·议战》，《中国兵书集成》47，第83页。



挥有效的杀伤与摧毁作用，使英军如虎坠井，似鱼入网，遭受一定的创伤。要使清军做到趋利避害，据险而守，守则必固，战之能胜，其关键在于清军战斗力的提高。

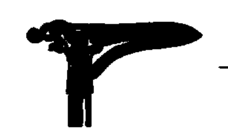
6. 搜集与传播先进的军事技术书籍

魏源在百卷本《海国图志》中，以卷八十四至卷九十三的10卷篇幅，集纳了当时国内丁拱辰、龚振麟、丁字存等著名军事技术人员的研究成果，反映了他们对西方枪炮舰船与水雷进行初步研究的情况。该书的刊行，为传统军事技术的革新注入了活力，为即将来临的19世纪60年代新型军事工业的创办，以及近代军事技术的兴起与发展，奠定了思想和理论的基础。

本节所论述的4部著作中反映的军事技术思想，代表了第一次鸦片战争前后中国军事技术思想的基本动向，体现了从古代传统的军事技术思想向近代军事技术思想过渡的时代特色。关天培在广东筹办海防时所反映的军事技术思想及其所采取的种种措施，大抵是在原有自固藩篱的指导思想下提出的，结果旧式防卫设施，终抵御不住英军新式火炮的进攻。

林则徐奉命至广东督办海防后，在广泛调查敌情的基础上，提出了在利用原有军事技术抗敌的同时，作出适应时代潮流而改进军事技术的思想，但终因操之过晚，敌我军事技术过于悬殊，又加上清王朝最高统治者的极度昏庸腐败，致使林则徐的努力付诸东流。

魏源在第一次鸦片战争后，继承林则徐的先进思想，并以改善国家武备为切入点，提出了“师夷长技以制夷”的策略，为中国军事技术的发展指明了方向。



参考文献

[1]夏湘蓉、李仲均、王根元：《中国古代矿业开发史》，北京：地质出版社，1980年。

[2]严中平：《清代云南铜政考》，上海：中华书局，1948年。

[3]杨宽：《中国古代冶铁技术发展史》，上海：人民出版社，1982年。

[4]赵匡华、周嘉华：《中国科学技术史（化学卷）》，北京：科学出版社，1998年。

[5]王子林："清代弩略论"，《文物》，1995年（第6期：第65页）。

[6]马非百："谈火炮的年代问题"，《文物参考资料》，1955年（第7期：第116页）。

[7]陕西省博物馆："郑成功铸造的永历乙未年铜炮考"，《厦门大学学报》，1979年（第3期：第96～101页）。

[8]王冰、南怀仁，载杜石然主编：《中国古代科学家传记（下集）》，北京：科学出版社，1993年，第1312～1315页。

[9]黑龙江省博物馆历史部："康熙十五年神威无敌大将军铜炮和雅克萨自卫反击战"，《文物》，1976年（第12期：第1～5页）。

[10]舒理广、胡建中、周铮："南怀仁与中国清代铸造的大炮"，《故宫博物院院刊》，1989年（第1期）。

[11]乔林、丁季华主编：《中国历史文化名城》，上海：上海古籍出版社，1994年。

[12]庄吉发：《清高宗十全武功研》，台北：国立故宫博物院，1982年。

[13]姜涛："清代中国北部沿边卡伦设置及沿边卡伦路"，《北方文物》，1992年（第4期：第80～83页）。

[14]秦明智、林健："甘肃博物馆藏清顺治'长江江防图'"。《文物》，1986年（第5期：第76～85页）。

[15]黄培祺："广西金田、白沙发现太平天国铸造武器的遗物"，《文物》，1979年（第9期：第95～96页）。

[16]罗尔纲：《太平天国史稿增订本》，北京：中华书局，1957年。

[17]郭存孝："全国有关收藏六十六尊太平天国火炮概况表"，《军事历史研究》，1988年（第3期：第69～71页）。

[18]《满洲源流考卷十六　国俗上》，沈阳，奉天大同学院，1934年。

[19]吴晗：《朝鲜李朝实录中的中国资料（一）》，北京：中华书局，1980年。



综　论

自北宋初至第一次鸦片战争（960—1840 年）前，是中国古代军事工程技术史的后期，在这一时期的前 500 多年中，中华民族将以火药与火器的发展为龙头的古代军事工程技术，发展到了巅峰阶段，创造了许多“世界之最”，展现了众多的历史辉煌，形成了独自的特点。

第一节　宋元明清军事工程技术发展的特点

一、独领风骚的火药发明

我国是发明火药与最早使用火器于战争的国家，有关火药发明的活动历时数百年，雏形火药的问世要比欧洲初知火药的年代早 400 多年。当宋代的铁壳火毬已经炸碎敌兵的铠甲，火药箭的闪光掠过长空时，在 13 世纪初从欧洲东侵阿拉伯的十字军，还在使用长剑、圆锤、长矛、战斧等冷兵器在战场上厮杀，而英军最锐利的兵器长弓才得到初步的发展。在元军已经使用金属管形射击火器火铳射出弹丸击穿敌军的胸膛时，阿拉伯人才开始使用木质管形射击火器“马达法”同欧洲国家的军队进行交锋，而欧洲大约在 14 世纪后期才初试他们所仿制的“手持枪”。至于其他国家和地区开始使用火器的年代，比阿拉伯和欧洲国家还要晚得多。可见世界上没有其他任何一个国家和地区，能有像我国这样悠久的研制和使用火器的历史。

二、以火器为龙头带动军事工程技术的全面发展

火药的发明为火器的创制奠定了基础和提供了最重要的物质条件。火器一旦用于战争后，就显现出比冷兵器要巨大得多的杀伤力与摧毁威力，以及广阔的发展前景。因此，当时的统兵将领和军事工程技术家，便将火器作为军事工程技术发展的重点，从而出现了以火器为龙头带动战车、战船、筑城等军事工程技术全面发展的局面。这种发展通常是以推陈出新或以新革陈的面貌表现出来。

枪炮与火箭的发展，使冷兵器刀矛弓箭逐渐退居于次要地位，而笨重的床子弩与抛石机终于在明代后期被淘汰。

古老的战车为了适应火器发展的需要，便开始改变自身的形制构造，以便装备各种火器。于是火器与战车组合成统一体的时代宣告到来，火器因得到战车的快速机动性能而如虎添翼，战车因装备火器而威力大增。装备火炮的炮车能在战场上迅速构成火力突击的阵地。装备数十个多发火箭桶的火箭车，射出箭镞的密度如群鸦飞空，能射杀数十米宽大正面的敌兵。四周安上厢板，内部装备多种火器的战车集攻防于一体，成为后世所创装甲战车的先导。

随着火器在水战中使用的增多，战船的形制构造也开始发生变化。到了明代，火器与战船组合成统一体的时代也应运而至。嵌装铳炮的“破船舸”创造成功；福船、海沧船、苍山船、多桨蜈蚣船等战船，则装备了大型舰首炮“大发熕”和



舷侧炮“佛郎机”，以及鸟铳、喷筒、火箭、火砖等火器；装备各种枪炮与燃烧性火器的连环舟、子母舟、赤龙船、火龙船等轻便型火攻船，便成为水战中实施火力突击的战船。

火器的进步也带动了军事筑城技术的发展，戚继光对长城的改建及其装备众多的城防火器，便是最典型的军事工程。

由此可见，火器带动军事工程技术的发展是无所不包的，也是推动这一时期军事技术跃上新台阶的强大动力。

三、创造了许多“世界之最”

宋元明是我国在军事工程技术领域中创造“世界之最”最多的时期，下列几个方面的突出事例是众所周知的。

1. 在火器的制造与使用方面

北宋开宝三年至咸平五年（970—1002 年），冯继昇、唐福、石普等人，创造了世界上最早的火毬、火药箭、火蒺藜等火器。

天圣元年（1023 年），开封府设立了世界上最早的火药作坊，“火药”一词自此出现。庆历四年（1044 年），世界上第一部军事百科全书刊印，书中收录了世界上最早的 3 个火药配方、8 种火毬、2 种火药箭的资料。靖康元年（1126 年），李纲最早用火药箭与霹雳火毬进行了开封保卫战。

南宋绍兴二年（1132 年），陈规在德安（今湖北安陆）守城战中，用火砲药创制了世界上最早的管形火器“长竹竿火枪”。淳熙十六年（1189 年），山西阳曲人铁李创制了世界上最早的陶罐式爆炸火器。之后不久，女真人又据此创制了世界上最早的铁壳爆炸弹“铁火砲”，并于嘉定十四年（1221 年）用于进攻蕲州（今湖北蕲春）之战。绍定四年（1231 年），金军又使用了大威力的铁火砲“震天雷”。

绍定五年，金军使用了世界上最早的单兵两用竹制管形火器“飞火枪”。

开庆元年（1259 年），安徽寿春府地方有人创制了世界上最早的竹制管形射击火器“突火枪”。

元大德年间（1298—1307 年）或者更早一些，元朝军工部门创造了世界上最早的金属管形射击火器“火铳”。大德二年（1298 年）制造的铜盏口铳，是世界上现存制造年代最早的铜炮。至正十一年（1351 年）制造的铜手铳，是世界上现存制造年代最早的单兵金属管形射击火器。

至正十九年，朱元璋部将胡大海率军进攻张士诚部将吕珍坚守的绍兴时，双方都使用了火铳，这是世界上最早使用火铳进行攻守城战的著名战例。

至正二十三年，朱元璋率军在鄱阳湖首次用碗口铳大败陈友谅水军。碗口铳遂成为世界上最早用于水战的舰炮。

明洪武八年（1375 年），明军已用大型碗口铳守卫莱州卫要塞。这是世界上最早的海岸炮或要塞炮。洪武十年，山西平阳卫（今山西临汾）所辖地区的明军，使用了世界上最早的大型铁制城防炮。

洪武十三年，明军已按编制总数的 10% 装备火铳，成为世界上最早按一定比例装备火器的军队。



洪武二十一年，明将西平侯沐英在云南麓川平定思伦发之战中，创造了用多排火铳轮番齐射的战术。这种战术一直沿用到19世纪中叶。

建文二年（1400年），明军在白沟河之战中使用了“一窝蜂”多发火箭。这是文献记载中最早使用多发火箭的著名战例。

永乐七年（1409年）底至八年初，永乐帝朱棣创建了世界上最早的火器部队“神机营”，比欧洲在16世纪初西班牙创建的火枪兵要早一个世纪左右。

永乐二十一年，朱棣在第四次用兵漠北途中，首次阐述了神机枪炮兵与步骑兵协同作战的布阵原则。这是对世界古代方阵布阵理论的一大创新。

嘉靖二十五至二十八年（1546—1549年），明总督陕西三边军务曾铣创造了世界上最早的地雷。嘉靖三十九年前，明代军工部门创造了世界上最早的水雷“水底雷”。万历八年（1580年），戚继光部下创制了世界上最早的机械式引爆地雷的“钢轮发火”装置。

16世纪后期，戚继光创编了新型的水兵营，以及由步营、车营、骑营、辎重营编组的合成军，并创造了疏开式的作战训练队形“鸳鸯阵”。

16世纪后期，明廷军工部门还创制了多种单级单发、单级多发火箭，火龙出水与飞空沙筒等二级火箭，神火飞鸦与飞空击贼震天雷等有翼式火箭，成为现代火箭的先导，中国被世人誉为火箭的故乡。

16世纪末至17世纪初，火器研制家赵士桢研制成掣电铳、迅雷铳等单管和五管等十多种火绳枪。

清顺治十八年（1661年），郑成功率军渡海，用200多门火炮进攻荷兰人，收复了祖国的宝岛台湾。创造了用火炮驱逐欧洲殖民者的著名战例。也是中华民族第一次用火器战胜外国侵略者的著名战例。

2. 在冷兵器的制造与使用方面

北宋庆历元年（1041年），青堂羌族人创造了用冷锻法制成世界上最早的“瘊子甲”，成为西夏重甲骑兵“铁鹞子”披着的精良铠甲。南宋理宗年间（1225—1264年），杜杲（gǎo）创制成可射远1 000步（约1 650米）的床子弩，这是世界古代射程最远的冷兵器。元至正十九年（1359年），朱元璋部将常遇春在进攻衢州（今浙江衢县）时，创制了高达五层的攻城战车“吕公车”。

3. 在战车制造与使用方面

明正统十二年（1447年），明朝军工部门创制成世界上最早装备火炮与火铳的轻型火器战车。天顺八年（1464年），都督同知赵辅创造了世界上最早的火箭车。隆庆年间（1567—1572年），戚继光创建的合成军是当时世界上唯一装备火箭车的军队。

4. 在战船建造与使用方面

北宋熙宁年间（1068—1077年），宦官黄怀信在开封金明池建成了世界上最早的船坞，比公元1495年英国在朴次茅斯所建西方第一个船坞要早400多年。公元11世纪，中国发明的指南针开始用于舟师导航。

南宋绍兴二十九至三十一年（1159—1161年），张仲彦创造了滑道下水法，巧妙地解决了新建大型战船的下水问题。绍兴三十一年，宋军在胶州湾陈家岛水战，



以及虞允文在采石水战中使用的火药箭与火毬等火器，成为世界上最早使用火器于水战的战例。

明洪武二十六年，明廷规定每艘海运船装备手铳、碗口铳、火药箭、火毬等火器的数量。这是世界上最早按规定数量装备火器的军用船。永乐三年，龙江造船厂建造了当时世界上最大的军用船“宝船”。

5. 在军事筑城方面

明洪武元年（1368 年），明廷开始扩建世界古代七大奇迹之一的万里长城。洪武十九年，明廷建成古代世界最大的都城“南京城”。永乐十年（1412 年），明廷在北部沿边的开平、怀来、宣府、万全、兴和等隘口，设置炮架，安放火铳，加强守备，成为世界上最早用火铳守备的一批隘口。永乐十四年（1416 年），明廷在金州、旅顺、望海埚等地，建造了世界上最早安装火炮的一批海岸炮台。永乐十八年，明廷建成世界古代最大的平陆都城“北京城”。永乐二十一年，明廷在居庸关建筑了世界最早的一批倚城炮台。隆庆五年（1571 年），戚继光在蓟镇段长城创建了 1 330 多座安装佛郎机炮的空心敌台（即炮台），成为当时世界上建筑敌台最多的城防工事。

上述军事技术领域各方面所创造的诸多“世界之最”，除郑成功收复台湾之战外，都发生在 16 世纪以前，充分反映了中华民族在当时处于世界军事工程技术领先地位的状况。

四、在大交流中大发展

宋元明清的军事技术在大交流中出现了大发展的局面。这种交流有两种：一种是通过中华民族内部各民族间战争进行的内部大交流；另一种是通过对外战争与和平交往，同世界其他一些国家和地区进行的外部大交流。

1. 中华民族内部的交流

由于中华民族内部各民族所处的地理环境、资源丰瘠、科学技术水平、民族传统，以及作战对象、战略战术思想等各种条件的不同，反映在军事工程技术上的民族特色也各不相同，形成了中华民族军事工程技术多元化发展的兴旺局面。以宋代为例，宋朝占据黄河以南，居民多为汉族，幅员辽阔，资源丰富，文化发达，科技底蕴厚实，所以率先创制火器，用于战争，将火器的制造与使用技术，辐射至聚居于北方的契丹、党项、女真、蒙古等民族。长于弓马骑射的北方游牧民族，对骑兵技术则有长足的发展，金军的重装骑兵“铁浮图”曾称雄一时，西夏军的铁甲骑兵“铁鹞子”在山地作战时如履平地。南方农耕民族与北方游牧民族在军事工程技术上的这种民族特色和差异，往往通过民族间的战争，产生大交流的效应。在这种大交流中，互相汲取对方的长处，提高本民族的军事工程技术水平，出现你追我赶和交替领先的局面。辽军在同宋军交战中学会了火药与火毬的制造与使用技术，而金军使用的具有本民族特色的铁火砲“震天雷”，又超过了宋军使用的纸壳火毬。宋军创制的突火枪，又超过了金军使用的飞火枪。蒙古军则以突火枪等竹制火枪为样品，创制了金属管形射击火器“火铳”。明初的军事技术家又把火铳推进到新的发展阶段，从而使火铳成为具有中华民族特色的管形射击火器。同样，宋军在同北方游牧民族的作战中，也提高了骑兵技术，并打败了



金军的“拐子马”。金军和蒙古军在同宋军作战过程中，也学会了水军技术、筑城技术。明朝建立后，由朝廷设立的工部，统一职掌军器制造与城防建筑诸事，使宋元时期各民族创造的先进军事工程技术成果得到了进一步的发展，出现了中华民族军事工程技术一元化发展的新高峰。

2. 同西方的交流

中国同西方国家军事技术的交流，集中表现在火器技术方面。这种交流在古代有两次，第一次是13世纪中叶至14世纪初中国火药与火器技术发明的西传。第二次是16世纪20年代至17世纪20年代，西方将改进后的火药与火器技术东传。

中国火药与火器技术传播到阿拉伯国家后，阿拉伯人便于13世纪末至14世纪初，沿用中医药配方和具有丸药特色的火毬及火枪、火箭等火器的制造与使用技术，制成了“契丹花”、“中国火轮”等球形火器及木质管形射击火器“马达法”，成为脱胎于中国火器的阿拉伯初级火器。之后，阿拉伯人又将火药与火器技术传播到欧洲国家。这次传播的结果，触发了阿拉伯与欧洲国家对火药与火器技术的利用，具有从无到有的划时代意义。

欧洲人从阿拉伯人学得中国的火药与火器技术后，经过不断的改进，便在15世纪创制成火绳枪炮，率先把管形射击火器推向一个新的发展阶段，并在16世纪20年代随葡萄牙人的东侵而开始传入中国，到17世纪20年代西洋大炮传入中国时，使世界火器技术第二次大交流，即由西方向东方的交流达到了高潮。这次传播的结果，使中国的火器技术得到深化并进入火绳枪炮与传统火器技术相并发展的阶段。

上述东西方火器技术在世界范围内的两次大交流，同样也出现你追我赶和交替领先的局面。富于创造的中华民族率先在北宋初创制了火器，而欧洲人却在15世纪先于中国创制了火绳枪炮。中华民族与世界各民族之间军事工程技术的互相交流与交替领先，不但促进了本民族、本地区和本国军事工程技术的发展，而且也推动了世界范围内军事工程技术的发展。或者说，世界军事工程技术的发展，既以各国军事工程技术的发展为基础，又推动各国军事工程技术的发展。

五、军事技术人才如群星灿烂

在北宋至第一次鸦片战争期间，中华民族涌现了许多杰出的军事技术家和统兵将帅，他们在武器装备的制造与使用，以及军事工程的建筑与运用等方面，都作出了重要的贡献，他们的代表人物有：冯继昇、唐福、石普、曾公亮、丁度、华岳、蔡挺、石归宋、宋守信、李定、张子颜、常八斤、郭谘、陈敏、郭登、赵辅、黄怀信、樊若水、高宣、张仲彦、冯湛、杨幺、虞允文、李宝、李纲、陈规、魏胜、岳飞、岳云、韩世忠、蒲察官奴、耶律都心轸、钖默阿里、成吉思汗、忽必烈、阿术、亦思马因、布伯、阿老瓦丁、唵木海、薛塔剌海、贾塔拉浑、哈剌魔、孙威、张拔都、孙拱、张荣、朱元璋、朱棣、沐英、徐达、常遇春、邓愈、廖永忠、郑和、于谦、谭纶、戚继光、俞大猷、余子俊、郑若曾、唐顺之、何良臣、何汝宾、赵士桢、王鸣鹤、茅元仪、孙承宗、徐光启、李之藻、张焘、孙元化、袁崇焕、焦勖、毕懋康、宋应星、戴梓、魏源、林则徐、关天培、陈化成、丁守存、丁拱辰、龚振麟、汪仲洋、黄冕、潘仕成、陈阶平、吴建勋、易长华、



许祥光、长庆等等，如群星灿烂，数不胜数，在军事工程技术发展史上永放光芒。世界上没有任何一个国家和地区，在不到1 000年的时间里，出现过这么多的军事技术家，以及推动军事技术发展的统兵将领。

六、军事工程技术论著如林垂史

在此期间，除论及军事工程技术的文献典籍外，论述和记载军事工程技术的著名史籍、兵书与专著也频频问世，如林垂史。其中最具代表性的有：《武经总要》、《守城录》、《翠微北征录》、《武编》、《纪效新书》、《练兵实纪》、《筹海图编》、《阵纪》、《江南经略》、《海防图论》、《南船记》、《龙江船厂志》、《登坛必究》、《兵录》、《武备志》、《车营扣答合编》、《四镇三关志》、《神器谱》、《西法神机》、《火攻挈要》、《筹海初集》、《林则徐集》、《海国图志》等。这些论著的主要内容有：各种武器装备的形制构造，制造技术与工艺，作战用途与使用技术；各种军事工程的规制与布局，土工作业与施工要求，依托军事工程的防御技术与战术；与军事工程技术有关的各种规章制度；军事工程技术思想与理论等。在17世纪以前，世界上还没有任何一个国家出现过这么多成熟的军事工程技术论著。

宋元明清时期在军事工程技术历史发展过程中所形成的上述特点，是中华各民族聪明才智的结晶，对后世军事工程技术的发展产生了深远的影响。

第二节　中国古代军事工程技术由盛转衰的原因

在上一个千年的前500多年中，中华民族在世界军事工程技术领域内创造了许多“世界之最”，处于领先地位，而火药与指南针的用于军事，则推动了世界范围内的军事变革，从而为人类社会的进步作出了巨大的历史贡献。然而历史的发展并不总是简单的直线上升，而是呈现出波浪式前进、螺旋式上升的态势，在辉煌发展的历史过程中也会不可避免地出现若干个暗点，在发展的高潮之后出现滑坡乃至低谷的态势也是常有的。中华民族以火器为龙头的军事工程技术在明代后期发展至鼎盛时期后，便开始发生转折，趋向衰落。

一、衰落的状况

16世纪末至17世纪初，我国古代火器创造性研究的势头已经减弱，技术上的重大突破也逐渐减少，即使能在一些单项上有所进展和成就，也不足以推动我国火器研制进入新的创造性的发展阶段。此后，火器研制先进之国的桂冠已经西落，火器研制部门只能在原有的基础上，或仿制和改制外来的枪炮，或重新翻制旧有的火器，以敷战争之急需。自康熙后期的火器研制由兴旺转向缓慢后，至雍正一朝（1723—1735年），火器研制便开始滑坡，及至道光时期（1821—1850年），已经完全衰萎。这种状况主要表现在下列几个方面。

1. 在火药方面

在第一次鸦片战争前后，清王朝的火药与火器制造，仍以明末清初的理论为依据，进行手工业生产，所以其性能与质量都比较差。

当时所用的火药，都是采用传统的方法，由人工配制而成。这种火药给当时的备战带来了很大困难。如广东水师提督关天培所说，广东的空气潮湿，且多盐



碱成分，使制成的火药不能久贮，即使保存在干燥之处，超过2个月也会因转潮而不能将枪炮弹射至远处。如果没有贮存，随用随造，战争一旦来临，广东水师所用的火药，或者由于数量的不足，或者因为潮湿而失去效用，对作战都极为不利。

2. 在单兵枪方面

由于当时造枪工艺落后，所制鸟枪与抬枪的质量没有保证。枪管的管壁厚薄不均，枪膛也宽窄不一。膛宽者弹出无力，飞行不远便跌落在地；管薄者常发生膛炸，自伤射手，士兵不愿使用。即使是这种构造落后，质量没有保证的鸟枪与抬枪，清军也因其数量过少而不能每人装备一支，一般部队只能装备40%～60%，有的甚至更少。

3. 在火炮方面

清军在这一时期使用的火炮名称虽多，但形制杂乱，式样陈旧，存在着射程近，射速慢，旧炮磨损失灵，锈蚀多，新炮质量差，笨重不灵，机动性差，威力小，膛炸多等弊病。装备虎门炮台的火炮，则不能击中闯进珠江口的英军舰船。装备外海水师战船的船炮，则在接近敌舰之前已被敌舰的舰炮击中。

4. 在战船方面

清军水师装备的都是木质风帆战船，火器与冷兵器并用，大致枪炮等火器占70%，刀矛等冷兵器占30%。其中火器有红衣炮、碗口炮、鸟枪、火箭、喷筒、火罐、火号、箭箱、溜桶等落后的制品。此外，就是装备油脂与薪草的火攻船。在鸦片战争前，清王朝的战船建造处于分散状态，没有战略性的造舰基地，也没有在外海编练一支战略性的海军舰队，不能担负保卫海疆的任务。

5. 在战车方面

由于火器研制的势头逐渐减弱，所以清王朝的战车也没有得到任何的改进与发展，除炮车以外，火箭车与其他火器战车已很少使用。

6. 在国防工程建设方面

自雍正年以后，清代的边防、海防、江防、城防等国防工程由于年久失修而罅漏百出，装备的火炮也因过于陈旧而难以抗击外敌的入侵。自嘉庆至道光年间，清廷虽然也因西方殖民者对我国沿海的挑衅逐渐频繁而加强了海防建设，采取了增筑海岸炮台及增铸海岸炮等措施，建成了像虎门、厦门、镇海、吴淞等颇具规模的海防要塞，但是由于这些措施是在不了解敌情的情况下，采取陈旧的方式建筑的，所以炮位的选址不当，布局不合理，构筑不得法，台身都裸露在外而毫无掩护，所铸海岸炮都因片面追求炮身的长、大、重而科学性不足，所以在第一次鸦片战争中，守军只能在裸露的炮台上，操动转动不灵的笨重海岸炮击敌，常在英军舰炮的猛烈轰击下台毁人亡。

7. 在技术与战术方面

由于清军的武器装备与国防设施的落后，所以在野战、水战与海岸防御战中所采用的技术与战术也显得十分陈旧过时。在陆战中，清军的基本作战单位是由百名士兵编成的百人哨，每哨分编10个小队，火器手与冷兵器手各占一半。50名火器手为前队，内有20名抬枪手编成第一叠，30名鸟枪手编为第二叠，50名冷兵器手编为第三叠。时人称这种作战队形为“鸟枪三叠阵”，大致是沿袭戚继光编练



的“鸳鸯阵”，以及明末清初旧式火器与冷兵器相结合的一些作战队形。作战时，基本上是按上述三个层次由远及近地杀伤敌军。用这种队形同全部装备射程远于抬枪、鸟枪等新式枪炮的英军进行作战，除特殊情况外，很难取胜。在水战中，清军水师兵勇也只能以旧式火炮轰击敌船，向敌船抛掷各种燃烧性火器，用火攻船攻击敌舰。但是由于双方枪炮的射程相差较大，舰船大小和防护设备过于悬殊，所以在清军战船尚未接近敌舰时就被击沉击毁，其结果必然是败多胜少。在海岸防御战中，由于有些炮台的指挥不得其人，临战无谋，指挥无术，士兵平时缺乏射击训练，遇敌怯战，发射不能命中，以致不能发挥海岸炮应有的杀敌效果。加之守台清军缺乏抗登陆作战的训练，所以不善于利用英军在换乘和抢占滩头立足未稳之机，集中火力将其歼灭，致使英军能在登陆以后乘势推进。此外，也由于守台清军大多采用一线防御战术，将火炮置于海口正面，忽视纵深部署和侧后防御，因此许多海口要塞或是被突破一点后全线崩溃，或是在侧后被抄，在前后受敌的情况下被攻占。

上述情况表明，清王朝的军事工程技术自康熙后期已开始由兴盛转向衰落，直到清军在第一次鸦片战争中战败后，其武器装备、国防设施及清军的技术、战术方面的全面落后状况已暴露无遗，造成被动挨打的局面，使国家和民族蒙受了深重的灾难。我国古代军事工程技术由兴盛转向衰亡的教训是极为深刻的，其原因也是应当认真探讨的。

二、由盛转衰的原因

我国古代军事工程技术发展由盛转衰是在上一个千年的后500年间发生的，其原因甚多，主要有下述几个方面。

1. 生产方式的落后决定了军事工程技术的衰落

我国古代军事工程技术在上一个千年由兴盛向衰落的转化，其决定性的因素则是生产方式由进步向落后的蜕变。16世纪中叶即明代嘉靖年（1522—1566年）以前与同期的西方国家相比，在生产方式的总体上处于领先地位，不但在农业方面而且在手工业方面都是如此，所以能在北宋初期创制成火毬与火药箭等初级火器。到了明代，手工业得到了空前的发展，为铳炮类火器、战车、战船、军事筑城的大量制造与建筑，提供了重要的条件。明末以后，随着战争的发展，原有的军事工程技术已不能适应新形势的需要，因此，迅速研制杀伤力和摧毁威力较大的重型火炮与先进的战车、战船，以及建筑防御能力更强的军事工程，就成为军事工程技术人员的重要课题。

但是要进一步提高军事工程技术的水平，军事工程技术人员就需要在先进的科学理论指导下，采用新的设备（包括工具、仪器、机械、动力和建筑等设备），通过反复实验和观察分析新的现象，提出和解决新的问题，才能出现新的突破，创造出新的成果。然而上述这些条件，只有在小手工业的生产方式过渡到大工场手工业的生产方式时才能提供。如果没有大型工场手工业的普遍发展，军事工程技术人员便无从获得先进的技术装备，没有先进的技术装备，就不可能创造出符合先进科学理论要求的军事工程技术成果。如火铳在13世纪末创制成功后，直到16世纪初的200多年中，其基本构造与发火装置都没有取得重大的突破，究其原

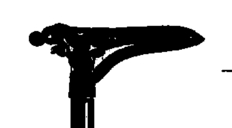


因，就是由于当时社会的生产方式没有创新造成的。

就在中国铳炮类火器徘徊不前的时候，欧洲的资本主义生产方式，已经在封建制度内部生产力发展的基础上逐渐成长起来，一些国家的农民和手工业者在长期生产劳动中积累了丰富的生产经验，改进了生产工具，使各个工业部门的技术有了较大的改进：在采矿和冶金工业中采用了不少机械装置；在金属制造业中采用了水力锤、拔丝机和延压机等先进设备；手工业工场已经成为当时工业生产组织的基本形式。这一切都超过了同期的中国而为欧洲一些国家军事工程技术的发展创造了条件，从而打破了欧洲中世纪的黑暗僵局，在火器领域中率先创制了优于中国铳炮的火绳枪炮。

我国之所以能够在嘉靖年间仿制外来的佛郎机与火绳枪，就是由于当时长江下游和东南沿海一些地区，开始出现了资本主义萌芽和商品经济，手工业的规模也有所扩大，从而为这种仿制提供了必要的生产条件。但是又由于当时出现的资本主义萌芽还十分嫩弱，受到的阻力甚大，商业资本的发展和向手工业制造资本的转化受到很大的限制，所以难以使全国范围内的小手工业生产方式，转化为大工场手工业生产方式。造成这种状况的主要原因，是由于明王朝的统治者，害怕商品经济的进一步发展及资本主义萌芽的成长，会使农民大量离开农村而涌向城镇，严重威胁和瓦解封建地主经济，动摇封建专制制度的基础，危及明王朝的统治。为了维护他们赖以生存的自给自足的经济基础和自身的利益，便利用国家权力，推行加重税收、垄断矿冶、禁止出海等“重农抑商”的政策，强化自给自足的经济基础，使之处于绝对的统治地位，从而扼制了商业和手工业的发展，阻滞了资本主义萌芽的成长，阻碍了军事工程技术的进步。因此，明代后期的军事工程技术虽然较之明初有较大的发展，但其制造设备及工艺流程，除主要和关键性的项目外，有相当多的部分，仍然是既往模式的延续。这在明代后期火炮的设计和铸造中反映最为明显。如在《练兵实纪杂集》、《神器谱》、《武备志》等兵书中，只能看到当时用手工卷曲铁皮为铳筒，用手工执锉来锉光铳膛等落后的造铳方式。只是到了天启年（1621—1627 年）以后，才由孙元化、焦勖等人，通过对《西法神机》、《火攻挈要》等书的编写，开始把欧洲以口径的尺寸为基数，按一定比例倍数设计火炮的各个部件，以及采用整体模铸火炮、用大型设备旋镗炮膛等新工艺传入我国，然而，这也是在欧洲铸炮匠师带来先进的仪器、仪表和生产设备，并直接参与火炮铸造时，这些设计和铸造火炮的方式才开始移植于我国，为一部分火器研制人员所吸收和效仿。

在小手工业生产方式的基础上，先进的军事工程技术既不可能首先在明清两代的军工部门中产生，也不可能使引进的先进技术得到巩固与发展。如在大型火炮铸造中，虽然从明末天启到清代康熙年间（1621—1722 年）引进了新的铸炮方法，铸造了各种火炮，但也是在欧洲造炮匠师为主导，采用引进的设备铸造的。当时的军工部门并未借此机会采取措施，仿造先进设备，建设新型的火炮铸造工场，推动火炮铸造向工场手工业的方向发展，使之拥有雄厚的铸炮能力，为改善清军的装备和国防设施而不断铸造新炮。所以，当在清廷主导造炮的南怀仁病死后，铸炮事业也就随之滑坡并日趋衰萎。



2. 封建专制制度的控制导致军事工程技术时兴时衰

封建专制制度的严密控制，不但是16世纪以前制约军事工程技术发展速度的因素，也是16世纪以后军事工程技术开始滑坡并逐渐衰萎的原因。

朱元璋在领导农民起义战争的过程中，非常重视发展先进的军事工程技术，借以改善部队的装备和加强克敌制胜的各种手段。当他见到火龙枪的杀敌威力远大于冷兵器时，便对献枪参加起义者奖赏有加，并在新王朝建立后的一段时间内，允许在朝廷的控制下各地自行制造，从而促进了明王朝建立前后火器研制的发展，出现了火器研制的兴盛局面。但是在全国基本统一、政局相对稳定后，便于洪武十三年（1380年）设立军器局，严格控制火器的制造，下令各地不得擅造，违者要治以重罪，致使洪武初年发展较为兴盛的火器研制受到了抑制，火药的配方与火铳的形制构造图藏之内府，秘而不宣，留下了至今也难以破解的疑团。

朱棣执政以后，为了巩固和发展多民族国家的统一和安全，对洪武时期的火铳进行了较大的改进，把火铳的发展推到了一个新的阶段，出现了火器研制又一兴盛局面。但是这种改进是为进一步加强中央军事集权服务的，是在高度集中和严密控制下进行的，其法也不得外传。其后，从宣德到正德末年（1426—1521年）的近百年中，历届朝廷都沿袭祖制，屡申禁令，限制各地研制火器。在这种政策的严密控制下，火器研制者的创造性受到了抑制，新型的射击火器不见诞生，致使明军装备的火器没有得到更新。直到嘉靖初年（1522年），明军仍以永乐十二年（1424年）的手铳作为明军装备单兵的制式火器。可见在这一百多年中，火铳的制造虽有局部的发展，但没有总体的更新。

然而欧洲人在14世纪得到我国西传的火器后，一些国家新兴的市民阶级摆脱了封建贵族的束缚，大兴火器研制之风，很快经过仿制阶段而进入创新时期，到15世纪末已经脱出了初始的手持枪，创制了构造比较合理，装填和发射比较方便，威力比较大的火绳枪与佛郎机等新式枪炮。

进入清代以后，由于阶级和民族的原因，清王朝的统治者对火器研制的控制更为严密。康熙朝廷把最好的枪炮制造局，设于宫廷的养心殿内，置于皇室的直接控制之下，所制火器仅供皇室卫队与满洲八旗之用。汉军只能使用质量最差的局制火器。至于外地，则根本不能制造和使用比较精良的火器。康熙五十四年（1715年），山西总兵曾奏请自造子母炮，康熙帝玄烨闻奏后即予驳回，声称子母炮系八旗火器，各省不能自造。此后各届朝廷都沿袭康熙之例，对火器制造进行专横控制，甚至把前代包容兵器研制在内的兵书《武备志》等都列为禁书。这种严密控制的结果，束缚了中国古代火器的研制，也是此后中国火器衰落至底谷的重要原因。

3. 统治者的实用主义政策使军事工程技术人员的创造精神时扬时抑

宋元明清四代的开国君主及其继承者，在他们进行统一战争、夺取政权和巩固国家安全的需要时，都曾对军事工程技术研究人员采取奖励和优待的政策，从而使军事工程技术的研究在这些年代中，都有不同程度的创新和发展。如北宋初自宋太祖赵匡胤、太宗赵炅、真宗赵桓、仁宗赵祯等，对创制火毬、火药箭、火蒺藜、木羽弩箭、海战船、手砲的人员，都给予不同程度的奖励，从而促进了军



事技术的发展，出现了“吏民献器械法式者甚众”① 的局面。成吉思汗在起兵之后明确规定了不得伤害各种匠人，以及把匠人集中起来制造军器的政策，从而使元初的军事技术得到了较大的发展。明太祖朱元璋早在起义之初，就对火龙枪的创制者褒奖有加，从而使明初的火铳、战船、战车、军事筑城都得到了充分的发展。自清太宗皇太极至圣祖玄烨对仿制红衣炮的人员，都制定了奖励及待遇从优的政策，从而使清初的火炮制造持续发展了七八十年。

但是一旦统一战争结束、政权稳定、国家安全局面比较巩固时，不但对已经取得的军事技术成果进行封锁收藏，而且对新的发明创造也不予重视，甚至弃置不用。如16世纪末，赵士桢创制了多种比较先进的火绳枪，除噜密铳外，其他都没有得到应有的推广。崇祯八年（1635年），毕懋康著书陈述了燧发枪的形制构造，但未受到朝廷的重视。明崇祯年间杰出的科学家薄珏对地雷、火炮、水车、千里镜等都有所研究，“其学精微博奥，远近叹服”，连“海外亦重其名”，巡抚张国维曾将其推荐给朝廷，但无人理睬。薄珏被迫“退归吴门，萧然蓬户”，最后竟然贫困而死②。即使是比较重视大炮铸造的康熙皇帝，对研制连珠火铳、蟠肠鸟枪与威远炮的戴梓，虽在初期曾给予一定的奖励，使戴梓的创造精神得到一定的发挥，为火器的制造作出了一定的贡献。但朝廷也并不给以实质性的厚待，仅授予翰林院侍讲这样一个散职，而不委任其掌管和参与火器铸造之事。后来又听信谗言，将他充军关外，靠卖字画为生，后来虽然得到赦免，但在返京途中去世，终年78岁。就这样，一位具有创造才能的火器研制者的聪明才智被埋没了。对于创造子母炮的武备院铁匠伍连登，也只赏他多领一份花爆匠的粮饷而已。

由于各代统治者对军事工程技术人员的发明创造采取实用主义的政策，即在战事需要时给予厚赏重奖，在战事停息国家安定时便采取轻视或不予理睬的态度。这种做法产生了三种不良的后果：其一是扼杀了军事工程技术人员的聪明才智，使他们无法充分施展自己的才能；其二是发明创造的成果得不到推广使用，成为无用之物而最后不免被埋没；其三是不但挫伤了已经取得成就的军事工程技术人员的创造精神，也杜绝了后继者的报国之路，使国家的军事工程技术水平长期处于落后的状态。

4. 传统不变的理论基础与思维方式限制了军事工程技术研究水平的提高

我国虽然是发明火药与最早使用火器于战事的国家，但是对于火药配制与火器制造的许多理论问题，在近代自然科学的理论传入以前，火器研制者大抵还只能沿着“阴阳五行化生”和“君臣伦理”学说的构架，加以阐发与解释；对许多现象的观察和描绘虽然相当详尽和细微，但是他们还没有对产生这些现象的本质进行深入的探讨，因而也不可能揭示这些现象的本质。

例如，我国对硝石、硫黄一些特性的认识，最早可以追溯到战国至秦汉，炼丹家发明的火药最晚也不超过唐宪宗元和三年（808年）。但是，直到17世纪初叶出版的《兵录》、《武备志》，还只能用“君臣佐使”的类比方法，阐述硝、硫、

① 《宋史》卷一九七《兵志·兵十一》，《宋史》十一，第4909～4914页。

② 乾隆年《吴县志》卷七五下《列传·艺术二》。



炭在火药组成中的地位；用直击与横击的现象来叙述硝与硫的射远与爆炸作用；以观察火焰色彩的不同，区别火药配料的差异。因此，在这种朴素的、直观的理论与实践经验指导下配制的火药，其纯度不高，威力受到限制。但是，如果没有高效能、大威力的火药，就不可能使火器研制有新的突破。又如，由于火器研制者对火药在燃烧后的化学反应过程缺乏深入的研究，对炮膛各部所受膛压的分布状况，缺乏精确的数量概念，所以在设计火炮尺寸时带有一定的盲目性，难以造出既安全而又具有较大杀伤力的火炮。

明末以徐光启、李之藻、张焘、孙元化等人为代表的科学家与军事工程技术家，虽然在军事工程技术指导思想的理论基础与思维方式上，开始从“阴阳五行化生”和“君臣伦理”的旧轨，转向以科学实验为特征的自然科学的新轨。他们以大胆的探索精神，研讨新理论的精粹，著书立说，引进与传播欧洲军事工程技术的先进理论，使明末至康熙年间的火器研制与城防建筑，能够在新理论的指导下前进一大步，因而改善了所制火炮的性能及所筑城池的防御效果。但是由于当时国际条件的限制，徐光启等科学家与军事工程技术家，还不可能直接从更广阔的范围内吸收国外最新的科学理论与思维方式，他们所引进与传播的欧洲科学技术，虽不乏当时的最新信息，但仍有相当一部分是经过天主教徒筛选过的16世纪以前的古典科学技术。因此，徐光启等人赖以指导火器研制及城池建筑的新的理论基础与思维方式，也只能是古典科学体系中的一个分支，仍然存在着较大的局限性。

然而，此时的欧洲正伴随着资本主义萌芽的成长而进入反封建的自然科学的新时代。近代实验科学大师伽利略正在为自然科学的新殿堂奠定基础。不幸的是，我国明末的科学巨星徐光启在刚要跨入这座新殿堂的大门时，于崇祯六年（1633年）殒殁了。此时正是明廷政治腐败，战乱频繁，科学事业后继无人之际，所以由徐光启等人所开创的科学技术思想上的转轨事业，如同流星经空，在光闪一瞬之后便消逝不见了。于是中国这个东方巨人，就此长期徘徊于近代自然科学的殿堂之外而不能入其门。在这样的时代条件下，作为科学技术一个分支的军事工程技术，当然也不可能有单科独进的条件。

进入清代以后，康熙帝虽曾延请南怀仁主持造炮之事，但他并未在培养火炮研制人员，引进欧洲近代火器研制理论，推广欧洲火器制造的先进技术等方面作出努力，相反却在其禁海政策的推行下，关上了欧洲近代火器技术传入中国的大门。在这种闭关自守的社会条件下，中国的火器研制事业，不但不能获得新的近代自然科学理论的营养，甚至连徐光启等人所取得的成果，也随着这批科学群星的殒殁而光灭焰消。直到鸦片战争以前，我国的火器研制者仍然只能把徐光启等人的遗篇，当作经典著作来拜读，从中吸取研制火器的理论指导，制造200年前就已定型的陈旧火炮，其落后的程度当然不言而喻。

5. 对敌作战的火器优势使清朝统治者放松了军事工程技术的创新

自后金天聪五年（1631年）制成“天佑助威大将军”红衣炮，到康熙三十五年（1696年）平定新疆噶尔丹叛乱的近70年中，出现了清军入关前后、平定三藩之战和收复雅克萨之战中的三次造炮高潮，其势头之大并不亚于明末天启、崇祯



两届政府时期。但若从造炮技术发展的角度来看，在此期间所制造的火炮并无重大的创造和革新。因此，清军在这些战争中的取胜，主要不是依靠新创制的火器，而是凭借火器数量的优势。

以明末清初为例，明清双方经过在辽东的多年较量，清军不但消灭了关外明军的主力，而且也削减了明军所赖以凭城坚守的西洋火炮的优势。当明军叛将孔有德、耿仲明携带大量火炮投降后金以及松锦之战后，后金军所拥有的火炮，不但在数量上由少增多，而且在质量上也转劣为优。清军于崇祯十七年（1644 年）入关后，南明政权与各地人员，虽然还能利用原有的火炮与新制的部分火炮进行抗清作战，但再也无法阻挡以雄厚火器实力为基础的清军统一全国之势。

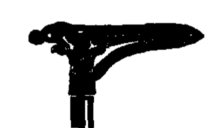
在康熙十二年（1673 年）发生的三藩叛乱中，虽然三藩都拥有一定数量的火炮，但是他们同已经入关 30 多年的清军相比，在火炮的数量和质量上都处于明显的劣势，最后都被清军相继平定。

在康熙二十四年、康熙二十五年的收复雅克萨之战中，清军的作战对象是远离欧洲大后方的少量俄国军队。其时俄国尚属封建农奴制国家，彼得大帝的改革还是在 13 年以后才开始的事情，所以俄军，尤其是驻扎远东的俄军，兵器装备仍然比较落后。因此清军在收复雅克萨之战中，较之俄军有较多的有利条件。这些有利条件主要是清军在本土作战，后方基地较近，拥有充裕的军需供给。同时清廷对此次作战准备充分，部署周密，为攻城作战专门制造了大中小各型火炮，尤其是像神威无敌大将军炮那样大威力的攻城火炮。正因为如此，清军能连战克捷，将雅克萨收复。

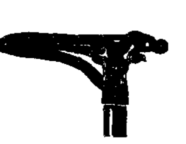
康熙三十五年，玄烨亲率三路大军入疆，以强大的火力优势，平定了噶尔丹的叛乱。此后，直到第一次鸦片战争前，清军虽然进行过多次战争，但大抵都是镇压农民起义及平定少数民族上层分子的叛乱，在这些战争中，同作战对象相比，清军的火器都处于优势地位，所以每战必胜，每攻必克，所向无敌。

上述情况表明，清军在入主中原前后 200 多年的对内对外战争中，在火器的使用方面都处于明显的优势地位，几乎没有遇到过强手，而且当时周边国家的军事技术都处于落后的状态，无法同清朝相比。与此同时，清廷实行闭关锁国的政策，对欧洲在这 200 多年中火器制造与使用的信息毫无所知。因此，上述种种情况使长期闭目塞听的清朝统治者更加夜郎自大起来，以为大清帝国是无敌于天下的军事强国，不需要再花多少人力、物力、财力去提高自己的军事工程技术，不必改善军队装备与加强国防建设就可以把来犯的敌人统统打败。所以当英国侵略者的坚船利炮已经逼近国门时，道光朝廷还盲目地认为他们只是“虚声恫吓”、“实无能力”，只要严防海口，“总不与之外洋接仗”，就足以使敌人不战而退。基于这种认识，清廷便满足于使用明末清初已经定型的兵丁鸟枪、红衣炮、子母炮、威远炮等旧式枪炮，以及刀矛弓箭等冷兵器，而不愿意组织兵工部门去研制新型枪炮，作为改善军队装备与改善国防设施之用，直到第一次鸦片战争前夕，道光朝廷还在继续强调“枪箭并重，不容偏废”的兵器制造与使用的方针。在这种方针影响下，中国古代军事工程技术水平便跌落至低谷了。

在上一个千年的最后 200 年中，由于统治阶级的腐败及军事工程技术的全面落



后，国防罅漏百出，因而被西方侵略者用坚船利炮打破了国门，使中华民族蒙受了深重的灾难。落后就要挨打，这是血的历史教训。为了国家的强盛，为了中华民族能够自立于世界民族之林，我们必须总结历史的经验教训，加强综合国力，提高军事工程技术水平，建设现代化的国防，巩固国家的安全，反抗侵略，保卫和平，为振兴中华的伟业作出应有的贡献！



后　记

本书是中国科学院“九五”规划重大项目《中国古代工程技术史大系》的一个分卷，由中国科学院自然科学史研究所邀请我撰写。在“大系”编委会的指导下，我于1996年初动笔，至1998年底完成送审。在撰写过程中，对相关的文献资料进行深入的发掘，在深度与广度上狠下工夫，取得了较大的进展。与此同时，还请教了许多专家，考察了保存在一些单位的实物资料，参考了当代国内外学者的论著，以及发表在《考古》、《文物》等刊物上的报道，这些都尽量在参考文献中列出。在定稿时，由“大系”编委会决定，请中国社会科学院专家蓝永蔚编审，《中国军事百科全书·古代兵器分册》副主编钟少异同志，对本书进行认真的评审，提出了许多很好的修改意见，使书稿得以顺利完成，在此一并表示感谢！

王兆春

2003年8月8日



组织者的话

《中国古代工程技术史大系》（简称“大系”）是1995年由中国科学院自然科学史研究所开始策划，1997年正式开始运作的，是中国科学院“九五”立项的重大课题。参加编撰的单位有：中国科学院、中国军事科学院、中国国家博物馆、中国水利水电科学研究院、中国制浆造纸研究院、中国钱币博物馆、中国科技大学、中国矿业大学北京研究生院、中国美术学院、清华大学、南京农业大学、西北农业大学、浙江理工大学、长江水利委员会、云南省轻工设计院、湖北省文物考古研究所、吉林省博物馆、福建省造纸总公司、福州纸业公司、广州市番禺博物馆、四川省自贡市盐业博物馆、河北省铅安市党校文史教研室等有关科研单位和高等院校。“大系”最初设计为10个学科，即采矿、冶铸、机械、建筑、纺织、陶瓷、水利、兵器、日用化工、造纸印刷，大体涵盖了中国古代工程技术的一些主要部门。

“大系”的内容包括三大方面，即：（1）工程技术史，（2）传统技术，（3）技术与社会的关系和技术思想。“大系”的目的，一是增进我们对我国古代工程技术发展状况及其杰出成就的了解，二是使今人能在历史的经验和教训中得到一些有益的启迪和借鉴，并为现代生产和科研服务。《中国古代工程技术史大系》之“大”有两层含义，一方面是言其包含的学科稍多，更为重要的是望其“有容”也。《尚书·君陈》：“有容，德乃大。”

“工程”、“技术”这两个词汇都是产生较早的。“工程”原泛指一切工作、工事和有关程式。《新唐书》卷一二六“魏知古传”：“会造金仙、玉真观，虽盛夏，工程严促。”此指一般工作。《元史》卷一九0“韩性传”：“所著有读书工程，国子监以颁示郡邑校官，为学者式。”此当指某种程式。《红楼梦》卷十七：“园内工程，俱已告竣。”此指与建筑、装修有关的工事。“技术”原指技巧、技艺和方术。《说文解字》：“技，巧也。”《玉篇》：“技，技艺也。”《礼记》卷十三“王制”篇说“技”包括祝、史、射、御、医、卜、百工七个方面。《汉书》卷三十“艺文志·方技”说到过“技术”一词：“汉兴有仓公，今其技术晻昧。”这显然是指医术、技艺。历千百年后，虽然这两个词汇的含义都有了一些发展和变化，但大体上依然承袭了原有的含义。本丛书中的“工程”，多数是“工事”和“程式”的意思，“技术”则较接近于“百工”的技艺和技巧。

“大系”内容的时间范围是从原始社会到1840年，但“传统技术”不受此限，因它指的是古代早已产生，至今仍在沿用，并发挥积极作用的生产技术。

“大系”采用各卷主编负责制，在整个学术活动中，皆遵从“百花齐放、百家争鸣”的方针。

用现代科学的观点来研究我国古代工程技术史之事约始于民国初年。当时，各门现代科学技术皆已传人我国，我国的第一批产业也已出现，第一批具有现代科学知识的工程技术队伍亦开始形成，便为工程技术史研究打下了良好的基础。从民国初年至20世纪末，我国古代工程技术史研究大约经历了四个阶段，即萌芽期，约相当于民国初年至20世纪20年代；初步发展期，约相当于20世纪三四十年代；健步发展期，20世纪50年代至70年代初期；蓬勃发展期，约相当于20世纪70年代中、后期至90年代。我国古代工程技术史研究能取得今日之成果，一方面得益于先人创造的光辉业绩，另一方面则是由于近百年来几代中、外学者，其中包括科技史工作者和考古工作者等的共同探索和努力。

“大系”在策划、立项和编撰过程中，得到了上述参与单位和山西教育出版社的许多支持，本书顾问及科技史界有关学者都给予了许多帮助。其中尤其是我国科技史研究的老前辈、中国科学院院士钱临照先生，以及中国科学院院士席泽宗、雷天觉、汪闻韶、中国工程院院士韩德馨诸位先生，山西教育出版社历任社长总编任兆文、王宇鸿、左执中，责任编辑王佩琼诸位先生，给予了许多支持和帮助。对所有这些支持和帮助，我们将永远铭记，并表示衷心的谢意。

《中国古代工程技术史大系》编委会
2003年10月



中国古代
军事
工程技术史

中国古代

军事（宋元明清）

工程技术史



ISBN 978-7-5440-2797-7

定价：139.00元